



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE AGRARIE E DEL TERRITORIO

MONITORAGGIO DELLE API SELVATICHE  
(HYMENOPTERA: APOIDEA) DEL PARCO  
REGIONALE DEL MONTE CONERO

MONITORING OF WILD BEES  
(HYMENOPTERA: APOIDEA)  
OF CONERO MOUNT REGIONAL PARK

TIPO TESI: sperimentale

Studente:  
NICOLA BUTANI

Relatore:  
PROF.SSA SARA RUSCHIONI

Correlatore:  
DOTT. LORENZO CORSI

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

A mia madre, mio padre e mio fratello,

a chi mi ha ascoltato parlare  
di ciò che ho qui scritto,

a chi non si ferma davanti le apparenze,

a chi porta pazienza e costanza.

ELENCO DELLE TABELLE.....	5
ELENCO DELLE FIGURE .....	6
ABSTRACT .....	8
CAPITOLO 1 IMPOLLINATORI ED AMBIENTE .....	9
1.1 Gli imenotteri apoidei .....	10
1.1.1 Biologia e morfologia e classificazione.....	11
1.1.2 Siti di nidificazione.....	14
1.1.3 Commercio degli impollinatori.....	17
1.2 Stato di conservazione degli apoidei.....	18
1.2.1 Ambienti naturali e seminaturali.....	19
1.2.2 Ambienti agricoli “agroecosistemi”.....	20
1.3 Livello legislativo .....	23
1.4 Il servizio ecosistemico di impollinazione ed aspetti sociali .....	26
1.4.1 Il servizio ecosistemico di impollinazione.....	27
1.4.2 Aspetti socioculturali sull’impollinazione e gli impollinatori .....	29
CAPITOLO 2 SCOPO DELLA TESI.....	35
CAPITOLO 3 MATERIALI E METODI .....	36
3.1 Descrizione del sito.....	36
3.1.1 Scelta dei siti.....	39
3.2 Metodi di monitoraggio .....	42
3.2.1 Pan traps.....	42
3.3 Preparazione del materiale e riconoscimento.....	44
CAPITOLO 4 RISULTATI .....	46
4.1 Risultati del monitoraggio.....	48
4.1.1 MC1 – Poggio.....	49
4.1.2 MC2 – Pian dei ciliegi .....	51
4.1.3 MC3 – Fonte d’olio.....	52
4.1.4 MC4 – Passo del lupo .....	54
4.1.5 MC5 – Calendula.....	56
4.1.6 MC6 – San Lorenzo.....	58

4.1.7 MC7 – Montecolombo.....	60
4.2 Generi catturati.....	62
CAPITOLO 5 DISCUSSIONE .....	69
CAPITOLO 6 CONCLUSIONI .....	74
CAPITOLO 7 RINGRAZIAMENTI.....	76
BIBLIOGRAFIA .....	77
SITOGRAFIA .....	101

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1 – Habitat di interesse comunitario presenti nel Parco Regionale del Monte Conero; gli habitat contrassegnati con (*) sono habitat prioritari. Elaborato da Biondi et al., (2012) e piano di gestione del Parco Naturale del Conero & Regione Marche, (2015).....	37
Tabella 2 – Lista stazioni di monitoraggio.....	38
Tabella 3 – Associazioni fitosociologiche presenti nei siti di monitoraggio, tratto da (Biondi et al., 2009).....	38
Tabella 4 – Morfogeneri e generi apoidei riscontrati dal monitoraggio. ....	46
Tabella 5 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC1. ....	50
Tabella 6 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC2. ....	52
Tabella 7 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC3. ....	54
Tabella 8 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC4. ....	55
Tabella 9 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC5. ....	57
Tabella 10 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC6. ....	59
Tabella 11 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC7. ....	61

## ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1 – Scopa ventrale (da Mason e Huber, 1993) e dettaglio di scopa ventrale di un esemplare di <i>Osmia</i> (Megachilidae).....	11
Figura 2 – Scopa a livello del terzo paio di zampe (da Mason e Huber, 1993) e dettaglio di tibia di un esemplare di <i>Halictus</i> .....	12
Figura 3 – Dettaglio di corbicula su esemplare di <i>Bombus</i> .....	12
Figura 4 – Triangolo della tessitura ( <a href="https://fertilgest.imagelinenetwork.com/it/calcola-tessitura-terreno/">https://fertilgest.imagelinenetwork.com/it/calcola-tessitura-terreno/</a> ) a confronto con triangolo di distribuzione della nidificazione in relazione alla tessitura tratto da Cane (1991).....	16
Figura 5 – Andamento delle pubblicazioni sugli Apoidei (Elsevier.com).....	18
Figura 6 – Foto di <i>Herpetospermum Penduculosum</i> sotto lo spettro della luce visibile (a) e sotto lo spettro dei raggi UV (b), tratto da Wu et al., (2023).....	28
Figura 7 Elenco siti di monitoraggio.....	40
Figura 8 a) esempio di posizionamento di pan trap (MC7); b) dettaglio dei colori bianco, giallo e blu dopo cattura.....	43
Figura 9 Esempio di ala con 3 celle submarginali (estratto da Quaranta, 2019).....	44
Figura 10 Dettaglio su capo di esemplari di <i>Ceratina</i> , rispettivamente femmina (♀) e maschio (♂).....	45
Figura 11 Abbondanza complessiva per morfogenere, in tutti i siti, durante l'intero periodo di monitoraggio.....	47
Figura 12 Abbondanza complessiva per genere, in tutti i siti, durante l'intero periodo di monitoraggio.....	47
Figura 13 Andamento delle catture per sito con abbondanza totale. ....	48
Figura 14 Abbondanza totale degli individui catturati in MC1. ....	49
Figura 15 Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC1. ....	49
Figura 16 Abbondanza totale degli individui catturati in MC2. ....	51
Figura 17 Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC2. ....	51
Figura 18 Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC3. ....	53
Figura 19 Abbondanza totale degli individui catturati in MC3 .....	53

Figura 20 Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC4. ....	55
Figura 21 Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC5. ....	56
Figura 22 Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC6. ....	58
Figura 23 Abbondanza totale degli individui catturati in MC6. ....	58
Figura 24 Abbondanza totale degli individui catturati in MC7. ....	60
Figura 25 Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC7. ....	60

## ABSTRACT

This thesis is made under the project “*Seeds & Bees: selection of autochthon plants seeds for the restoration and improvement of habitat for pollinators and biodiversity*”, made by Regional Park of Conero Mountain, in collaboration with Polytechnic University of Marche, Vanvitelli Stracca Angelini college, Arci ProPolis Aps Association and the sustain of Cariverona Foundation in Habitat Found. This project has the aim to visualize the interconnection between flora and apoideic fauna, to select on autochthon plant species, to obtain riqualification and conservation of apoideic pollinator’s habitat inside the Regional Park of Conero Mountain. This initiative want to contribute to the wider strategy to contrast the loss of biodiversity, pointing to mantain the high natural grade habitats

This project want to gain accurate data of apoideic species, and the distribution of them. Knowing the abundances and the habitat were they nest, it will be possible to make better conservation significant strategies with priority (Brown & Paxton, 2009). The tight correlation between flora and apoideic fauna is in the mechanism of pollination, one of the ecosystemic services offered by the habitats (Costanza et al., 1996); Apoidea (Hymenoptera) fund their diet on nectar and pollen, made by plant species, within the flowers, collected with their corporal structures evoluted for this purpose. This apoidea are also known as “wild bees” or “solitary bees” and they guarantee the conservation of natural habitats and the pollination of the agricultural crops (Eraerts et al., 2019; Levenson et al., 2022).

This thesis contributes with the monitoring of apoideic fauna (*Hymenoptera*, *Apoidea*) to evidence the type of wild bees, present in the monitoring sites, which are representative of the principal habitat of Regional Park of Conero Mountain, nonetheless the interaction with the plant species in the monitoring sites.

# Capitolo 1

## IMPOLLINATORI ED AMBIENTE

A livello globale si evidenzia come la pressione antropica stia aumentando nel tempo, causando una perdita costante di biodiversità (Butchart et al., 2010) intesa sia come perdita di specie, sia come di habitat. Secondo Calvin et al., (2023), nel prossimo futuro, si prevede che ecosistemi unici e già minacciati saranno esposti ad un alto rischio di declino, qualora il riscaldamento globale raggiunga o superi 1,2°C. Tale scenario potrebbe determinare gravi conseguenze, tra cui: la massiccia perdita di specie arboree, la scomparsa delle barriere coralline, il declino di specie dipendenti da ghiaccio marino.

All'interno dell'eterogeneo gruppo degli impollinatori, studi ed attenzioni sono rivolti principalmente alle specie di insetti, dal momento che l'impollinazione entomofila costituisce il 91% della totalità delle specie animali legate a questo importante servizio ecosistemico. Tra queste, un particolare interesse è rivolto alle specie comunemente note come "api" in quanto rappresentano circa il 41% delle specie di insetti impollinatori, svolgendo un ruolo predominante nell'ambito dell'impollinazione entomofila (Teixido et al., 2022).

Studi recenti hanno evidenziato riduzioni significative dell'areale e dell'abbondanza di alcune specie di apoidei selvatici (Cameron et al., 2011; Colla et al., 2012b; Bartomeus et al., 2013) a causa della perdita di habitat dovuta a diversi fattori quali l'intensificazione dell'agricoltura, l'uso di pesticidi e fertilizzanti, lo sviluppo urbano e il cambiamento climatico (Nieto et al., 2014; Mazzeo et al., 2019). In particolare, a livello globale, tra il 2006 e il 2015 sono state segnalate circa il 25% in meno di specie rispetto ai decenni precedenti (Zattara & Aizen, 2021). Recentemente, si evidenzia come il declino degli apoidei, sia domestici che selvatici, abbia portato anche ad una riduzione delle specie vegetali che sussistono grazie a questi importanti impollinatori (Osterman et al., 2021). Ciò comporta un impatto ecologico ed economico negativo che influenza significativamente la biodiversità vegetale, la stabilità di ecosistemi, nonché la produzione agricola e la sicurezza alimentare (Potts et al., 2010). Il servizio ecosistemico di impollinazione fornito da questi insetti sia in ambiente naturale che agricolo (Rodger et al., 2021) è essenziale sia per la riproduzione della maggior parte delle specie vegetali selvatiche, sia per la produttività di circa il 75-85% di tutte le colture coltivate

(Klein et al., 2007; Ollerton et al., 2011; Rader et al., 2013; Garibaldi et al., 2013; Sharmah et al., 2015; Zattara & Aizen, 2021). Klein et al., (2007) evidenziano come il 35% del volume prodotto globalmente dalle colture agricole dipendano dall'impollinazione, definendo non solo l'importanza degli apoidei allevati ma anche di quelle specie selvatiche che possono contribuire, in differenti percentuali, alla fecondazione delle colture prese in esame. Infatti l'utilizzo di *Apis mellifera* permette un buon servizio di impollinazione (Joseph et al., 2020), ma questo viene reso maggiormente efficiente dalla presenza di api solitarie (Greenleaf e Kremen, 2006; Woodcock et al., 2013; Eeraerts, Smagghe, e Meeus 2019).

La tutela delle api solitarie è di fondamentale importanza non solo per la loro conservazione, ma anche per il mantenimento dell'equilibrio ecologico di un territorio. Questi impollinatori, poco citati dai media (Colla, 2022) spesso trascurati rispetto alle api sociali (come *Apis mellifera* o i Bombi), svolgono un ruolo cruciale nell'impollinazione di numerose specie vegetali. Basti pensare allo stretto legame che alcune specie di api selvatiche e specie vegetali abbiano creato nel corso del tempo, come *Andrena vaga* su piante del genere *Salix* (Bogusch et al., 2022). La conservazione delle api solitarie è quindi essenziale per preservare gli habitat che esse occupano e in cui nidificano, contribuendo alla biodiversità e alla stabilità degli ecosistemi garantendo il servizio ecosistemico di impollinazione.

Sono gli habitat naturali e semi-naturali a fornire le risorse, come siti di nidificazione, materie prime per la costruzione del nido e foraggio per l'alimentazione. L'Italia si trova in un hotspot di biodiversità, come definito da (Myers et al., 2000), quale è il bacino mediterraneo, e qui si rinvengono 137 habitat differenti (Biondi et al., 2010) per la vasta estensione latitudinale e la differente conformazione geologica ed orografica (Quaranta et al., 2010). Sempre in Italia sono presenti 34 specie di api selvatiche a rischio di estinzione secondo Quaranta et al., (2010).

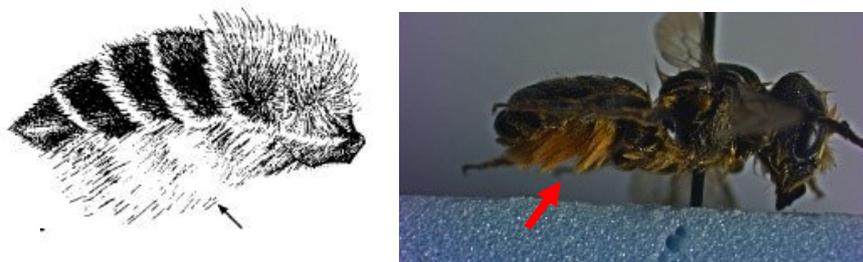
### **1.1 Gli imenotteri apoidei**

Gli Apoidei sono una superfamiglia dell'ordine Hymenoptera (Bingham & Morley, 1897; Mason & Huber, 1993); molto probabilmente si originarono dalla famiglia degli Sphecoidi, nella regione del Gondwana (Africa, South America) dove si rinviene la maggior varietà di api, nonché le specie primitive (Michener, 1979). Sono presenti nel mondo 20'000 specie, stimando la presenza di 2000 specie in Europa; circa la metà si trovano in Italia, circa 1000 specie (Monterastelli, 2018). In particolare, gli Apoidei, nell'ordine degli Imenotteri, sono collocati nella serie Aculeati, dentro alla quale troviamo anche vespe e formiche. Secondo classificazioni più recenti, frutto di studi sul DNA, ci sono stati alcuni cambiamenti riguardo

al rapporto di parentela di questi insetti ed è stata aggiunta alla lista anche una settima famiglia, quella delle Anthophoridae (Monterastelli, 2018) Si riscontrano 11 famiglie (Mason & Huber, 1993) definite apiformi, in quanto presentano rispetto alle spheciformi differenze morfologiche come il corpo più robusto e, nella maggior parte dei casi, peluria diffusa su tutto il corpo; la distinzione più profonda però è nell'alimentazione delle larve, basata su polline e nettare (a differenza degli sphecoidi che la basano su insetti e ragni) (Michener, 2007); Michener (2007) ne identifica sette di famiglie, di cui sei ne ritroviamo in Europa: *Colletidae*, *Andrenidae*, *Halictidae*, *Mellittidae*, *Megachilidae*, *Apidae*. Mentre Monterastelli (2018) ne evidenzia 7 con anche la presenza di *Anthophoridae*. Data l'ampia varietà di generi si evidenzieranno le caratteristiche principali della superfamiglia apoidea.

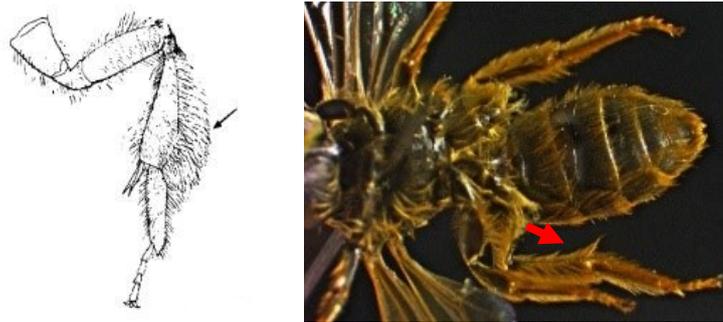
### 1.1.1 *Biologia e morfologia e classificazione*

In quanto insetti, si compongono di tre regioni morfologiche: capo, torace e addome; l'ordine Hymenoptera si distingue per la presenza di due paglia di ali membranose sul torace e la superfamiglia Apoidea si distingue per la dieta delle larve, a base di polline e nettare raccolto dagli esemplari femminili (Mason & Huber, 1993); è presente un dimorfismo sessuale caratterizzato da differenze morfologiche spesso marcate, con gli esemplari femminili che generalmente mostrano dimensioni maggiori rispetto a quelli maschili; inoltre i maschi presentano 13 antenomeri rispetto ai 12 antenomeri portati dagli esemplari femminili; un'altra differenza morfologica che contraddistingue i sessi riguarda la densità di peluria, molto più marcata nelle femmine: la raccolta del polline avviene infatti grazie alla presenza di numerose setole, soprattutto a livello del torace, dell'addome e delle zampe posteriori; strisciando sulle strutture sessuali dei fiori, gli apoidei, accumulano e rilasciano polline favorendo l'impollinazione.



**Figura 1 – Scopa ventrale (da Mason e Huber, 1993) e dettaglio di scopa ventrale di un esemplare di *Osmia* (*Megachilidae*)**

La peluria che ricopre il corpo delle api, in particolare delle femmine, assume diverse forme e funzioni a seconda dei generi e delle famiglie, permettendo di identificare gruppi di apoidei in funzione di questa differenza morfologica. In alcune famiglie, come *Andrenidae*, *Halictidae*, *Dasytidae* e *Melittidae*, le setole per la raccolta del polline si trovano lungo le zampe e talvolta sull'addome, come si riscontra in modo particolare in *Megachilidae* (Figura 1 e 2). In particolare, nella tribù *Andreninae* (*Andrenidae*) è presente sulla coxa e/o sul



**Figura 2 – Scopa a livello del terzo paio di zampe (da Mason e Huber, 1993) e dettaglio di tibia di un esemplare di *Halictus***

trocantere delle zampe posteriori, formata da peli allungati, una struttura chiamata floccus (o flocculus) (Michener, 2007). Queste strutture secondo Michener, (1999) raccolgono un tipo di polline definito “secco”.

Le specie della famiglia *Apidae* possiedono invece la cosiddetta corbicula, o cestella, una struttura specializzata a livello delle tibie posteriori formata da una superficie liscia e concava circondata da setole ricurve che formano una specie di cesta in cui viene accumulato il polline per il trasporto nel nido. In questo caso Michener, (1999) definisce il polline raccolto “umido”.



**Figura 3 – Dettaglio di corbicula su esemplare di *Bombus***

La presenza di questa corbicula fa sì che le specie appartenenti alla famiglia *Apidae*, sottofamiglia *Apinae* (tribù degli *Apini*, *Bombini*, *Euglossini* e *Meliponini*) vengano definite

"api corbicolate" (Michener, 1999) (Figura 3). Più in generale vengono raggruppate tra le cosiddette "specie podilegide" (dal greco "podos" "piede" o "zampa") tutte quelle specie che presentano le setole per la raccolta del polline nelle zampe posteriori (*Andrenidae*, *Halictidae*, *Dasytida* e *Melittidae*). In altre famiglie invece, il polline viene raccolto tramite una struttura nota come scopa ventrale, situata sotto l'addome. Le specie con le setole per la raccolta del polline posizionate sotto l'addome, come quelle della famiglia *Megachilidae*, vengono definite "specie gastrolegide", dal greco "gastros" (ventre o stomaco).

Il nettare viene assunto attraverso la ligula, ovvero quella struttura flessibile atta ad aspirare fluidi e formata dall'unione delle glosse del labbro inferiore che costituisce l'apparato boccale lambente-succhianti di questi imenotteri. In base alla specializzazione alimentare, si sono evolute specie con ligula corta e lunga; Michener (2007) afferma che viene generalmente accettata la distinzione tra apiformi a ligula lunga e ligula corta (Long-Tongue; Short-Tongue), definendo le specie a ligula corta come le più ancestrali, da cui le specie a ligula lunga si sono evolute (Michener, 1979; Radchenko & Pesenko, 1994); alcuni esempi a ligula corta sono *Colletidae*, *Andrenidae*, *Halictidae* e *Melittidae*, mentre a ligula lunga sono *Apidae* e *Megachilidae* (Michez et al., 2019). Le sottofamiglie *Hylaeinae* ed *Euryglossinae* (*Colletidae*) trasportano anche il polline nella borsa melaria, poiché queste api mancano delle scope per trasportare il polline all'esterno, rigurgitando sia nettare che polline nelle celle del nido (Michener, 2007). In alcuni casi, come evidenziato da Cane (2016), anche gli adulti si cibano giornalmente di polline, risultando importante per la buona formazione delle uova.

Gli apoidei vengono anche distinti in base alla varietà di specie vegetali che frequentano e da cui traggono il cibo: distinguiamo i monolettici che foraggiano solo su una specie, gli oligolettici che foraggiano all'interno di una famiglia botanica ed i poliolettici, detti generalisti, che foraggiano su più famiglie (Michez et al., 2008). Gli apoidei sono distinguibili ulteriormente in base alla propria socialità: generalmente si distinguono gli apoidei in base al livello di cure parentali che l'esemplare femmina esegue sulla prole: quelli cosiddetti "solitari" non presentano cure parentali particolari, anzi, una volta costituito il nido, l'esemplare femmina se possibile ne costituirà un altro, senza preoccuparsi del precedente, a differenza dell'*Apis Mellifera* che presenta cure parentali molto sviluppate in cui le varie classi di operaie tengono comportamenti di cura sia verso le larve che verso i propri simili di caste differenti e generazioni differenti.

Le specie sociali si possono anche caratterizzare per cicli biologici differenti: gli apoidei che formano nidi con un individuo fondatore (la regina) che attraversa un periodo solitario per fondare la nuova colonia, come ad esempio *Bombus*, sono definibili come Apoidei sociali

“indipendenti”; invece *Apis Mellifera*, è definibile come “dipendente” (dalle operaie), per la costituzione di una nuova colonia (Pamilo & Crozier, 1997); dal punto di vista stagionale le api mellifere sono considerabili come “perenni”, in quanto non c’è un periodo di ibernazione come avviene per il *Bombus*, il quale invece inizia il suo ciclo svernando ogni anno in primavera (Pamilo & Crozier, 1997).

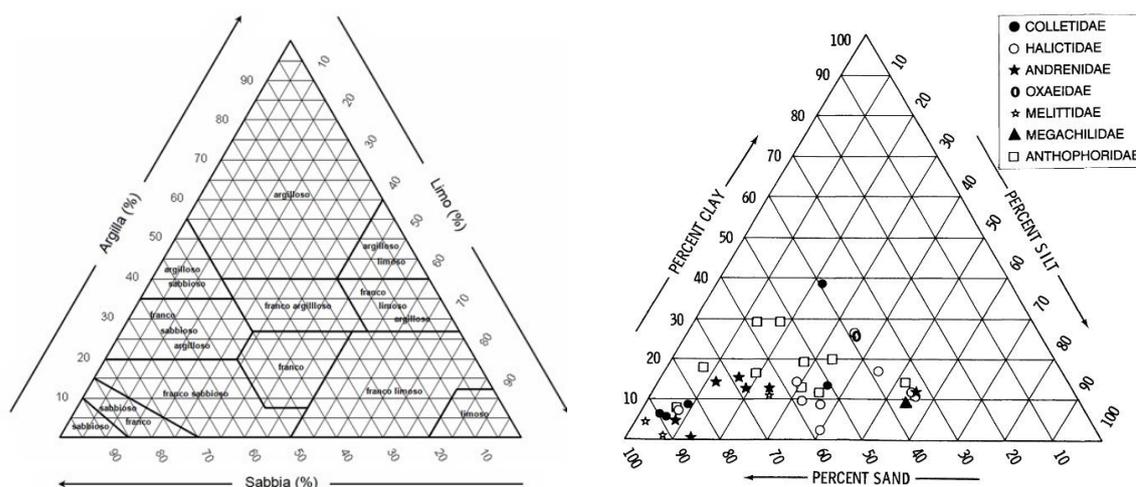
La maggior parte delle api solitarie nidificano nel suolo e presentano strutture utili alla formazione dei nidi, come la placca pigidiale (situata a livello del settimo tergite) che viene utilizzata direttamente per compattare e levigare le pareti delle cellette. Gli esemplari femminili sono muniti anche di una coppia di placche metabasitibiali con cui si appoggiano alle pareti per lavorare la superficie interna della cella ed eseguire vari altri lavori all'interno del nido (Radchenko & Pesenko, 1994). Altre specie invece, nidificano all'interno di cavità preesistenti, o formate da loro direttamente su specie vegetali legnose (come fusti morti o molto densi), ma anche in strutture esposte con celle di cera (secreta come in *Apis*), argilla o minerali misti a vegetali (Radchenko & Pesenko, 1994). La modificazione morfologica in questi apoidei, rispetto ai precedenti, è infatti evidente: apoidei corbiculati o *Xilocopinae*, che non scavano nel suolo i propri nidi, non hanno alcun tipo di strumento per scavare o smuovere il terreno, presentando placche pigidiali e metabasitibiali modificate o assenti, come anche per gli esemplari maschili che le presentano ridotte (Michener, 2007).

### 1.1.2 Siti di nidificazione

Potts et al. (2005) fanno una distinzione in base alle varie abitudini delle api nella nidificazione:

<<Le api minatore dominano in molti habitat aperti e scavano buche nel terreno che possono essere rivestite con secrezioni ghiandolari. Tutte le specie di *Andrenidae*, *Melittidae*, *Oxaeidae* e *Fideliidae* sono api minatrici, così come la maggior parte degli *Halictidae*, *Colletidae* e *Anthophoridae*. Le api muratrici generalmente utilizzano cavità preesistenti in cui costruire i loro nidi, e queste possono essere steli di piante concise o cave, piccole cavità rocciose, tane di insetti abbandonati o persino gusci di lumache. Le api muratrici appartengono alla famiglia dei *Megachilidae* e rivestono i loro nidi con materiali trovati nel loro habitat piuttosto che con secrezioni ghiandolari. Le api tagliafoglie sono un sottogruppo di muratrici, anch'essi Megachilidi del genere *Megachile* e *Creightonella*, che utilizzano cavità preesistenti e rivestono il nido con materiale fogliare appena raccolto; le api falegname scavano i propri nidi nel substrato legnoso; tale abitudine si ritrova in due generi degli *Apidae* (*Xylocopa* e *Ceratina*) ed uno dei *Megachilidae* (*Lithurgus*). Le api sociali utilizzano cavità preesistenti più grandi per costruire grandi nidi sociali; i membri di questa categoria provengono tutti dagli *Apidae* e includono api mellifere, bombi e api senza pungiglione. Infine, alcuni gruppi non costruiscono affatto nidi, ma parassitano invece i nidi di altre api e vengono quindi definiti api cuculo o cleptoparassiti.>>

Possiamo quindi distinguere principalmente nidificazioni sottosuolo e fuori suolo, in cavità o strutture esposte, di varia grandezza, che possono essere prodotte direttamente o indirettamente dagli apoidei. Molti degli apoidei nidificano sottosuolo, costruendo gallerie in vario modo: da gallerie singole con molte cellette in linea, a viarie gallerie con cellette singole (*Halictus*); in buche preformate da altri animali o prodotte da colonie (rispettivamente *Bombus* e *Meliponini*) (Michener, 2007). In questi casi, spesso vengono secrete delle sostanze simili a Cellophane, che impermeabilizzano le cellette, proteggendo o mantenendo l'umidità delle larve, garantendo staticità omeostatica delle condizioni edafiche e climatiche (J. Cane, 1991) con una protezione da patogeni grazie all'attività antibatterica delle secrezioni della ghiandola di Dofour e per la presenza di colonie batteriche che convivono sulle secrezioni (Chui, Keller e Leonhardt, 2022). Mentre altri vanno a scavare cavità all'interno di fusti di alberi morti (*Ceratina*) (Michener, 2007). Nidificano anche in steli di piante erbacee, come *Asteraceae* (*Scolimus*), *Foeniculus* o arbustive come *Rubus* (*Osmia*) e gusci di lumache (*Hoplosmia*) (Müller, 2018). In altri molti casi i nidi costituiti in cavità preesistenti vengono protetti attraverso l'utilizzo di risorse esterne come petali, foglie, cellulosa masticata o prelevata dagli steli (Michener, 2007; Müller, 2018; Mikát et al., 2020). Gli esemplari femminili durante la notte restano a protezione dei nidi (a differenza dei maschi che si proteggono all'interno di fiori o adesi a steli attraverso l'atrofia delle mandibole). La presenza di risorse per la nidificazione è quindi fondamentale per la presenza di apoidei e di conseguenza del servizio ecosistemico che effettuano; risulta importante la presenza di suolo libero, l'orientamento rispetto al sole, l'inclinazione e la tipologia di suolo (Potts et al., 2005). Infatti Cane (1991) verifica come diverse famiglie di apoidei, prediligano differenti tipologie di suolo, come mostrato in figura 4, nonostante vi fossero comunque medesime specie viste nidificare in suoli molto differenti.



**Figura 4 – Triangolo della tessitura (<https://fertilgest.imaginenetwork.com/it/calcola-tessitura-terreno/>) a confronto con triangolo di distribuzione della nidificazione in relazione alla tessitura tratto da Cane (1991).**

In ambienti antropizzati gli apoidei possono trovare nicchie o strutture artificiali in cui nidificare, soprattutto in spazi predisposti artificialmente alla nidificazione, generalmente definiti bug-hotel e non solo; alcuni studi si interrogano nella distribuzione degli apoidei lungo gradienti urbani e suburbani (Banaszak-Cibicka e Żmihorski, 2012) evidenziando come comunità di apoidei presenti nei centri siano probabilmente comunità secondarie di specie più diffuse, o come specie più piccole siano più concentrate nei centri urbani; Noël et al., (2024), invece evidenzia come le pavimentazioni possano influire sulla nidificazione di più ordini, anche degli apoidei, e di come possa essere riconsiderata la pianificazione urbana per sostenere la conservazione di questi importanti impollinatori; altri considerano le varie materie prime presenti nei centri urbani analizzati e dei caratteri correlati all’adattabilità dell’habitat urbano come: la grandezza del corpo, la socialità, il comportamento alla nidificazione; questi caratteri permettevano una distinzione significativa della distribuzione con una correlazione negativa rispetto al corpo degli apoidei e l’urbanizzazione o la maggior nidificazione soprasuolo piuttosto che sottosuolo (Buchholz & Egerer, 2020); altri evidenziano la funzionalità dei centri urbani per la conservazione degli apoidei e di come la presenza del verde urbano e delle zone rurali influiscano sugli apoidei (Banaszak-Cibicka e Żmihorski, 2020); infatti Hernandez, Frankie, e Thorp (2009) evidenziano che:

<<La conversione dell’habitat naturale può potenzialmente influenzare le api diminuendo le risorse di foraggiamento, eliminando la disponibilità di siti di nidificazione, frammentando gli habitat e sottoponendo le popolazioni a pressioni antropiche come inquinamento, pesticidi, traffico pedonale. >>

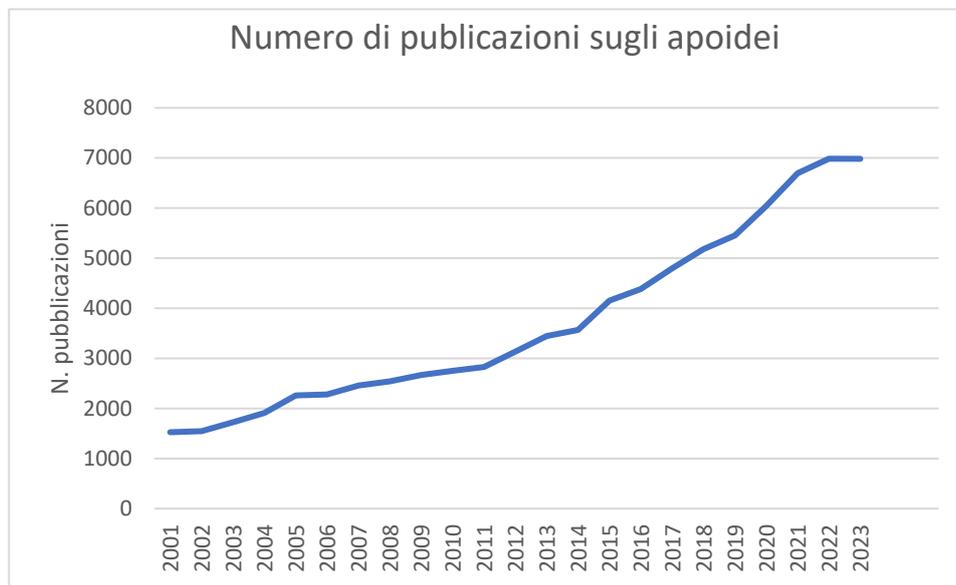
in altri casi, è stato evidenziato come l'efficacia delle "nest boxes" (scatole di nidificazione) risulti poco significativa per la nidificazione degli apoidei (Rahimi et al., 2021).

### 1.1.3 Commercio degli impollinatori

Nel tempo gli impollinatori sono stati oggetto di addomesticazione: a partire da *Apis Mellifera*, ci si è spostati verso specie differenti come *Bombus* (Velthuis & Van Doorn, 2006). Questa tendenza si è estesa fino a includere diverse altre specie di apoidei, come ad esempio *Megachile Rotundata*, una specie appartenente alla famiglia dei megachilidi (Pitts-Singer e Cane 2011) e diverse specie del genere *Osmia* (Sedivy e Dorn 2014); il passaggio a questi impollinatori alternativi è guidato dalla loro maggiore efficienza nel fornire servizi di impollinazione, in quanto con l'aumento delle richieste di produzione agricola, c'è una crescente necessità di un'impollinazione sempre più efficace, al fine di garantire rese più elevate e una migliore qualità del raccolto. Con l'introduzione di questi impollinatori in nuovi ecosistemi, si verificano nuove relazioni con le specie locali, le quali subiscono la pressione competitiva delle specie alloctone introdotte, per le risorse presenti nell'ambiente (Goulson, 2003): tra queste troviamo le specie vegetali visitate per l'alimentazione e le nicchie ecologiche per la costituzione di nidi. Inoltre risulta preoccupante non solo l'interferenza nell'impollinazione delle piante autoctone (Kenta et al., 2007) ma anche la diffusione di patologie, come ad esempio vari virus (Gisder & Genersch, 2017) da parte delle specie commercializzate, sia a scapito delle specie addomesticate autoctone (del genere *Apis* o *Bombus*) sia delle specie selvatiche (Mazzei et al., 2014). Inoltre Ghisbain et al., (2021) evidenzia come il cambiamento climatico, potrebbe portare ad espandere determinate nicchie favorendo l'entomofauna correlata, ma nonostante questo, risulta complicato determinare quali caratteri permettano, alle specie impollinatrici, di adattarsi all'aumento della temperatura, all'espansione delle specie alloctone (esotiche ed invasive) e ai conseguenti cambiamenti nella loro dieta, nonché alla loro capacità di spostarsi in nicchie più favorevoli.

## 1.2 Stato di conservazione degli apoidei

Come detto precedentemente, a livello globale si riscontra un declino progressivo delle popolazioni di apoidei; la IUCN (International Union for Conservation of Nature) che si impegna nel valutare l'andamento delle popolazioni animali e vegetali, definendo lo stato di conservazione delle specie, ha compilato la lista rossa europea delle api (European Commission. Directorate General for the Environment. & IUCN, 2014) che evidenzia come a livello europeo il 79% delle specie di apoidei non presenti dati riguardo l'andamento della popolazione, mentre per il 12,6% risultano avere andamenti stabili ed il 7,7% in declino; questo evidenzia quanto poco siamo a conoscenza dell'andamento delle popolazioni; a fronte di questo le pubblicazioni riguardo gli apoidei hanno subito un aumento nel tempo (Figura 5) (Elsevier.com).



**Figura 5 – Andamento delle pubblicazioni sugli Apoidei (Elsevier.com)**

Vasiliev & Greenwood (2021), evidenziano come il cambiamento climatico, assieme alla  $\beta$ -diversità, siano poco considerati negli studi riguardanti gli impollinatori e di come il surriscaldamento climatico causi influenze nella diversità genetica, di specie e di comunità; quest'ultimo induce anche effetti sugli habitat, andando a causare un disaccoppiamento tra le fioriture ed i voli delle api selvatiche, rendendo particolarmente complessa la resilienza delle specie monolettiche.

Risulta fondamentale da un punto di vista della conservazione, mantenere gli habitat in cui le comunità biologiche (vegetali e animali) si sviluppano ed interagiscono, ed è determinante che sia fatta in-situ; in Europa, è stata costituita la rete Natura 2000 grazie alla Direttiva 92/43/CEE «Habitat», (1992), affinché si possa conservare la biodiversità, proteggendo gli

habitat e le specie che ne fanno parte grazie ad una rete di Siti di Interesse Comunitario (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS). Proteggendo quelli che sono gli habitat naturali e prioritari, come steppe salate mediterranee (1510\* habitat prioritario) o praterie secche seminaturali su suoli calcarei (6210\* prioritario con grande fioritura di orchidee) (European Commission. Directorate General for the Environment, 2013) è possibile contrastare il declino della biodiversità anche se in alcuni casi, un maggior livello di protezione di un habitat non ne preclude una buona qualità (Bricca et al., 2024); inoltre la conservazione di habitat e specie deriva anche dal contributo di iniziative legislative come quelle intraprese dall'unione europea nei settori dei pesticidi, dell'agricoltura, della coesione e della ricerca e innovazione; queste iniziative però ebbero scarso successo, come stabilito dalla relazione speciale 15/2020 (Corte Europea dei Conti, 2020), dove la corte europea evidenzia come siano stati incoerenti le azioni intraprese dal consiglio europeo riferendosi alla iniziativa dell'UE a favore degli impollinatori (Commissione Europea, 2018).

Utile alla conservazione degli impollinatori è il restauro e la conservazione degli ambienti seminaturali, nei quali è importante mantenere diversi tipi di ambienti connessi per preservare diverse meta-comunità di api (Maurer et al., 2022). Per la conservazione delle specie è necessaria una nuova gestione che porti ad una connessione diversa da quella oggi presente tra habitat seminaturali ed antropizzati. Alternati agli ambienti seminaturali, infatti, si rinvergono gli habitat agricoli, definiti agroecosistemi, i quali attraverso pratiche agricole e coltivazioni, assieme agli ecosistemi naturali limitrofi che si influenzano a vicenda rendendo, al giorno d'oggi la conservazione delle specie ardua.

### 1.2.1 *Ambienti naturali e seminaturali*

Gli ambienti naturali sono ambienti in cui l'essere umano non esercita una vera e propria influenza a differenza degli ambienti seminaturali che possono essere ricondotti a pascoli, boschi e praterie, in cui l'uomo interviene gestendo le risorse. Non solo a scopi produttivi come può avvenire per una azienda zootecnica che sfrutta risorse naturali o seminaturali (settore primario) ma anche per le imprese turistiche (settore terziario) che usufruiscono delle risorse presenti sulla costa come le spiagge, le quali vengono disturbate nella loro evoluzione naturale annualmente per la sistemazione e predisposizione di servizi alla balneazione. Di fatto, anche questi luoghi, come gli habitat dunali ospitano specie di apoidei, come *Lasioglossum littorale* (Blüthgen, 1924), specie rara, ritrovata da Boschetti et al., (2017) nel Parco Regionale di Massaciuccoli (Toscana), dove due apiari sono stati posizionati sul sistema dunale costiero di Migliarino, San Rossore, per una valutazione della competizione con le api selvatiche presenti nei pressi dell'area protetta. Importanti sono anche i restauri ambientali che

portano in alcuni casi ad aumenti di ricchezza di specie, con leggeri cali negli anni successivi al restauro per l'aumento della copertura del suolo (Exeler et al., 2009); gli habitat termofili sono importanti per la conservazione delle api selvatiche, non solo quelli dunali ma anche le steppe e le praterie, caratterizzate da suolo sabbioso, in cui viene effettuato un pascolo estensivo o comunque un taglio stagionale (Exeler et al., 2009; Banaszak & Twerd, 2018). La connessione tra le varie nicchie che si possono trovare negli ambienti seminaturali risulta un fattore importante nella diffusione delle comunità degli apoidei, in quanto queste connessioni permettono una buona predizione della ricchezza delle api, assieme alla ricchezza di fioritura (Maurer et al., 2022). Infatti la frammentazione degli habitat risulta essere una delle cause più incidenti sulla riduzione delle comunità di apoidei: da uno studio condotto da Braun-Reichert et al., (2024) che valuta foto aeree dal 1945 al 2020, registrando l'andamento delle foreste, i spazi tra queste e delle praterie; assieme ai monitoraggi degli apoidei e della vegetazione, dal 1975 al 1990, è stato effettuato un nuovo monitoraggio di confronto dal 2010 al 2020. Da questo studio è stato evidenziato come la riduzione degli ecotoni tra le foreste, ha influenzato anche gli apoidei specialisti che si sono ridotti nel tempo. E sembrano essere gli ecotoni tra gli habitat ad offrire più spazio di nidificazione per diverse specie (Banaszak & Twerd, 2018; Maurer et al., 2022; Glenney et al., 2023) in quanto si concentrano più livelli di risorse, soprattutto per la nidificazione; pertanto, le zone di transizione tra gli habitat permettono alle specie, che nidificano in questi spazi, di compiere voli più corti per raggiungere le risorse alimentari limitrofe, facilitando gli apoidei nel foraggiamento del cibo (Zurbuchen et al., 2010).

### 1.2.2 Ambienti agricoli “agroecosistemi”

L' agroecosistema è definito attraverso la gestione agricola dell'ambiente, il quale offre servizi alla società come la produzione di cibo, il mantenimento del paesaggio e le conoscenze culturali (Nieto-Romero et al., 2014) e tutti quelli che sono definiti “servizi ecosistemici” (Costanza et al., 1996).

La riduzione di biodiversità ha portato ad un uso sempre maggiore di input in agricoltura, quali concimi e pesticidi, a fronte della perdita di funzioni positive espletate da antagonisti naturali di fitopatologie, ed organismi entomofagi come anche degli “ingegneri ambientali” (Médiène et al., 2011); ad oggi si cerca di implementare quella che è la biodiversità di questi sistemi, senza però tenere ben presente quelli che sono i significati di termini come “biodiversità” o “biodiversità funzionale”, che vengono soprattutto utilizzati (in modo confuso) da istituti governativi per implementare azioni legislative a riguardo: infatti Moonen & Bàrberi, (2008) prendono in considerazione il diverso significato che questi termini

assumono, a seconda che questi siano riferiti ad habitat naturali (o semi-naturali) oppure all'agroecosistema; di fatto, secondo Moonen & Bàrberi, (2008), l'agroecosistema presenta una accezione "funzionale" del termine "biodiversità": questo risulta caratterizzato da un ambiente molto esteso ed omogeneo (rispetto ad un habitat naturale in cui si osservano varie nicchie, molto diversificate), in cui la diversità (genetica, di specie e di comunità) non ne riferisce un aspetto positivo, dato che il servizio ecosistemico verso cui è proiettato è quello della produzione primaria; questo ha portato nel tempo ad una selezione degli organismi funzionali che potessero implementare la produttività (la selezione genetica a favore dell'aumento della produzione ha di fatto ridotto la diversità dell'agroecosistema); questo ha comportato una scarsa resilienza del sistema nel lungo periodo, resilienza che viene assicurata invece da una diversità maggiore (Moonen & Bàrberi, 2008); inoltre troppo spesso si considerano maggiormente le interazioni negative, piuttosto che le relazioni mutualistiche totali dell'agroecosistema (Moonen & Bàrberi, 2008) come le predazioni che potrebbero mantenere limitate le infestazioni parassitarie o le relazioni in cui determinati organismi limitano i patogeni delle colture per l'occupazione delle risorse.

Il servizio ecosistemico di impollinazione, inteso come trasporto dei gameti floreali che provvede alla riproduzione vegetale (Costanza et al., 1996) risulta, secondo molti autori, un fattore fondamentale per la produzione agricola e la sicurezza alimentare: di fatto abbiamo visto come il 35% delle colture globali dipendano dall'impollinazione (Klein et al., 2007) e di come il sostegno alla conservazione degli impollinatori sia ritenuto importante; le interazioni uomo-ape hanno una natura socio economica, non solo riscontrata in Europa o America con la tecnica apistica ma anche in Africa, America latina ed Asia dove l'uomo ottiene gli stessi prodotti di *Apis Mellifera* da api selvatiche "stingless", dalle quali dipende anche economicamente (Matias et al., 2017); queste specie selvatiche a loro volta dipendono dalle attività antropiche, sempre più interessate a sottrarre habitat per gli impollinatori causando uno squilibrio tra i benefici che gli impollinatori apportano all'ambiente e le risorse che l'uomo continua a togliere loro (Matias et al., 2017). L'intensificazione agricola e l'utilizzo di pesticidi sono un altro fattore determinante il declino degli impollinatori, i quali sono esposti a vari fitofarmaci durante il foraggiamento (Main, Hladik, et al., 2020) e congiuntamente alla scarsità di foraggio, questi aumentano il tempo di foraggiamento, la confusione del proprio nido e la minore attività di foraggio (Stuligross et al., 2023) (anche se questi sono somministrati nel suolo [Main, Webb, et al., 2020]); gli effetti non solo si esprimono a livello del comportamento, come nei casi precedenti, ma influiscono anche sulla mortalità delle larve e sul loro accrescimento (Phan et al., 2024).

La conservazione delle specie di apoidei all'interno dell'agroecosistema risulta connessa alla struttura del paesaggio, in cui più habitat differenti si alternano nel territorio, fornendo differenti tipologie di risorse; molti studi evidenziano come l'abbondanza e la diversità di specie, degli ambienti agricoli, dipendano spesso dalla diversità di paesaggio seminaturale circostante (Carré et al., 2009; Mandelik et al., 2012; Mallinger et al., 2016; Eraerts et al., 2019; Kay et al., 2020; Hadrava et al., 2022; Neumüller et al., 2022; Schubert et al., 2022). Ad esempio la tipologia di coltura determina la presenza di diverse specie di apoidei, come nel caso di Carré et al., (2009), che ha evidenziato una alta presenza di bombi in un campo coltivato a fagioli (nel Regno Unito), ipotizzando che la struttura chiusa del fiore rappresentasse un "filtro", favorendo le specie dall'apparato boccale a ligula lunga, più capaci di foraggiare in questi fiori, rispetto alle specie a ligula corta; Mallinger et al., (2016) analizzando differenti habitat, mostra come boschi e frutteti forniscano risorse alimentari all'inizio della stagione, mentre le praterie sostengano soprattutto nel periodo tardo estivo gli apoidei; inoltre le comunità di apoidei tra frutteti (e boschi) e praterie erano differenti. E' stato dunque possibile distinguere anche la differenza delle comunità degli spazi aperti (tipo le praterie) con paesaggi più o meno differenziati, evidenziando una correlazione positiva tra la diversità di specie e la diversità di habitat. Secondo Mandelik et al., (2012) e Kay et al., (2020) i boschi e l'agroforestazione, potrebbero risultare utili a fornire risorse alimentari all'inizio della stagione, come anche risorse per la nidificazione; invece, i campi abbandonati garantiscono foraggio lungo tutto l'anno, soprattutto all'inizio ed alla fine della stagione, ipotizzando che ci sia uno spostamento in base al periodo, dalle colture ai campi incolti (Mandelik et al., 2012). Eraerts et al., (2019) mostrano come una maggiore diversità di api selvatiche sia correlata ad un raccolto migliore, sostenendo che il cotico erboso mantenuto nei frutteti può essere gestito per favorire la presenza di fiori nell'ambiente agricolo e quindi in grado di migliorare le comunità di apoidei. In altri casi, i generi di api selvatiche più abbondanti e comuni alle coltivazioni erano correlati agli habitat urbani, risultando quindi più resilienti rispetto ai generi vulnerabili e connessi agli ambienti seminaturali (Carré et al., 2009); ciò mostra come determinati subgeneri possano essere influenzati o meno dal disturbo antropico: ad esempio *Bombus* ssp. sono condizionati positivamente dalla presenza di habitat urbani rispetto a *Megabombus* ssp., maggiormente favoriti da habitat seminaturali. *Thoracobombus* ssp. invece non hanno mostrato effetti rispetto a diversi habitat. Spesso si valutano pratiche agricole a sostegno degli apoidei come le strisce di specie mellifere seminate: Hadrava et al., (2022) comparando le comunità di apoidei tra le strisce seminate e gli habitat seminaturali evidenziano come, oltre alla presenza elevata di *Apis Mellifera*, ci sia

una diversità maggiore nelle comunità presenti negli habitat seminaturali rispetto a quelle presenti nei campi seminati con sementi di piante mellifere, dove solo una piccola percentuale di api solitarie sono state rilevate. Le strisce di essenze mellifere risultano più efficaci in ambienti omogenei, con un basso livello di habitat seminaturali piuttosto che in ambienti eterogenei con alto livello di habitat seminaturali (Bartholomée et al., 2020; Hadrava et al., 2022). Il pascolamento di animali domestici, influenza negativamente una classe molto vulnerabile di apoidei, ovvero le specie che nidificano nei gusci di gasteropodi (Neumüller et al., 2022), le quali vedono ridursi i siti di nidificazione (i gusci) a causa del calpestio del gregge. Inoltre, il pascolamento intensivo sopprime la ricchezza di specie chiave per il foraggio degli apoidei, in particolare nelle praterie salate della costa inglese come riportato da Davidson et al., (2020) in cui specie vegetali di *Limonium* ssp. e *Aster Tripolium* vedevano una forte correlazione con l'abbondanza di apoidei. Invece, in uno studio condotto in Spagna da Bogusch et al., (2020) si evidenzia come frutteti di mandorle nei pressi di habitat seminaturali possano sostenere la presenza di specie nidificanti in gusci di gasteropodi.

In ultima analisi possiamo dire che l'intensificazione agricola comporta una riduzione della diversità di specie e abbondanza, impattando principalmente sulle specie più vulnerabili (Carré et al., 2009).

### **1.3 Livello legislativo**

Da un punto di vista legislativo, le api e più in generale gli impollinatori, sono protetti in vario modo: la Convenzione sulla Diversità Biologica, firmata a Rio nel 1992 (Segreteria per la Convenzione sulla Diversità Biologica, 2011), sancisce l'inizio ad una serie di impegni presi sia dall'Italia, che dall'Europa la quale definì 20 obiettivi, di cui solo sei, nel 2020, potevano essere considerati "parzialmente raggiunti", come raccontato da Stefania Del Bianco (<https://www.rinnovabili.it/clima-e-ambiente/biodiversita/tutela-della-biodiversita-target-2020/>), mentre il resto non lo sono stati; a livello europeo, abbiamo visto la lista rossa degli apoidei europei (Commissione Europea, Directorate Generale per l'Ambiente & IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura), 2014), all'interno della quale troviamo consigli e raccomandazioni politiche riguardo la protezione delle specie, la conservazione degli habitat, gli schemi agroambientali e la produzione agricola.

La protezione delle specie avviene attraverso la Direttiva 92/43/CEE "Habitat", con la conservazione in situ e la formazione della Rete Natura 2000, che definisce per la prima volta, da un punto di vista scientifico, con l'adozione della fitosociologia, il collegamento tra le specie e gli habitat, attraverso lo studio delle comunità (Biondi et al., 2010). Questa direttiva

mira alla protezione ed alla conservazione, in uno stato “soddisfacente” degli habitat, e delle specie connesse, nonché agli effetti che influiscono sull’habitat, che ne garantiscono le funzioni tipiche. A questa direttiva contribuisce la Direttiva 2009/128/CE (Parlamento Europeo & Consiglio Europeo, 2009) che istituisce un quadro per l’azione comunitaria all’utilizzo sostenibile dei pesticidi, in cui vengono definite le pratiche di agricoltura integrata, imponendo l’utilizzo di fitofarmaci quanto più selettivi nei confronti degli organismi non bersaglio e l’adozione di pratiche che mirino a migliorare ed aumentare le popolazioni di organismi utili con adeguate misure fitosanitarie e strutture ecologiche all’interno ed all’esterno dei siti di produzione agricola (Allegato III della Direttiva 2009/128/CE). In questa Direttiva vengono istituiti anche i Piani di Azione Nazionali (PAN) in cui ogni stato membro definisce le azioni di intervento, quali programmi di informazione e sensibilizzazione pubblica nei confronti dei fitofarmaci, corsi di formazione per utilizzatori professionali, consulenti e venditori, manutenzione e taratura periodica delle macchine irroratrici e adesione ai piani di gestione integrati. Tutto questo con l’ottica di migliorare la salute pubblica e ridurre quindi gli sprechi e gli impatti sulla popolazione e l’ambiente. Tuttavia, un problema che sorge da una relazione speciale della Corte dei Conti Europea del 25/05/2020 risulta essere quello di mancati aggiornamenti dei piani nazionali nei tempi prestabiliti, nel ritardo da parte della commissione europea a definire gli Indicatori di Rischio Armonizzati (ARI) per poter comparare i rischi derivanti dall’utilizzo dei fitofarmaci tra gli stati membri; l’allegato IV che contiene gli ARI, al momento dell’approvazione risultava vuoto e solo nel 2018 la commissione ha pubblicato due indicatori ARI, calcolandone il rischio solo nel 2019 (retroattivamente al 2011) con un ritardo nella valutazione di 10 anni (Unione Europea, 2020); inoltre, nell’applicazione e verifica della gestione integrata, si evidenziano basse misure esecutive (Unione Europea, 2020).

A più ampio spettro interviene invece la Politica Agricola Comunitaria, con l’adozione di due fondi europei, considerati i “pilastri” su cui si fonda il sistema di finanziamenti agricoli: il FEAGA, Fondo Europeo Agricolo di Garanzia ed il FEASR, Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale ([https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27\\_it#strongbudget](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_it#strongbudget)); il FEAGA prevede una serie di pagamenti diretti agli agricoltori, a sostegno del reddito, a patto che questi aderiscano alla “condizionalità”, rispettando le direttive concernenti l’agricoltura ed il mantenimento di “Buone Condizioni Agronomiche ed Ambientali” (BCAA) oltre al rispetto dei “Criteri di Gestione Obbligatoria” (CGO) come definito dal Regolamento Europeo 2021/2115 (Unione Europea, 2021); Lo strumento operativo della PAC è il Piano Strategico PAC (PSP) (M.A.S.A.F. (Ministero

dell'Agricoltura della Sovranità Alimentare e delle Foreste, 2023), redatto da ogni stato membro dell'unione europea con la capacità di scegliere le misure che più si adattano al proprio territorio, con l'obiettivo di definire azioni utili a compiere quelli che sono gli obiettivi della PAC (articolo 2 del Regolamento UE 2021/2115 [Unione Europea, 2021]). Nella programmazione 23-27 della politica agricola, gli agricoltori potranno avere maggiori pagamenti se aderiscono ai regimi ecologici per il clima e l'ambiente, anche detti "ecoschemi", tra i quali spicca, nei confronti degli impollinatori, l'ecoschema 5 dedicato alla loro conservazione: vengono coinvolte sia colture arboree che seminative, sulle quali almeno 0,25 ha consecutivi, con larghezza minima di 20 m, potranno essere seminate specie di interesse apistico (mellifere o pollinifere), o comunque mantenuta una copertura erbosa, senza la possibilità di utilizzare fitofarmaci, ed un controllo manuale o meccanico delle specie non di interesse apistico. Il PSP (M.A.S.A.F. (Ministero dell'Agricoltura della Sovranità Alimentare e delle Foreste, 2023) contiene al suo interno gli obiettivi specifici per conseguire gli obiettivi della politica agricola quali il green deal europeo e la strategia "farm to fork". In particolare, l'Obiettivo Specifico 6 (SO6): "contribuire ad arrestare e invertire la perdita di biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat e i paesaggi"; questo obiettivo punta ad operare attraverso vari ambiti, come il comparto ortofrutticolo, ed olivicolo attraverso la limitazione dell'uso di pesticidi e la promozione dell'agricoltura biologica, ed il comparto apistico con la consulenza, le buone pratiche di gestione ed i programmi di ricerca.

Nel susseguirsi delle programmazioni dei piani europei sono state fatte valutazioni riguardo le misure "agroambientali": Uthes & Matzdorf, (2013) evidenziano come gli effetti delle misure siano eterogenei tra i vari ambienti considerati, inoltre la presenza di lobbisti crea pressioni e difficoltà nell'adozione di nuovi approcci, come anche per la progettazione partecipata con gli stakeholders si evidenziano delle resistenze da parte delle istituzioni; sempre Uthes & Matzdorf, (2013) pongono il problema possibile di una progettazione scientifica che sia influenzata dalla ricerca dell'inefficienza piuttosto che dell'efficacia delle misure. Batáry et al., (2015) dimostrano come non ci siano stati miglioramenti negli schemi agroambientali tra la programmazione 01-07 e la programmazione 07-13 della PAC, e specificano come le misure non produttive, come possono essere le strisce fiorite, siano più efficaci rispetto alle misure produttive, le quali sostengono principalmente comunità di specie adattate ad ambienti disturbati ed alle colture; per di più le misure di successo sono quelle che agiscono per un target specifico (specie rare) mentre quelle misure senza un target sono di scarso impatto (Batáry et al., 2015); ci si pone anche la questione del costo tra le misure agroambientali e le misure di conservazione degli habitat che possono portare a riconsiderare

l'applicazione delle misure agroambientali nei luoghi a minor intensità agricola (Batáry et al., 2015); la programmazione 14-20 della PAC prevedeva la misura del "greening", che obbligava gli agricoltori con superfici superiori di 15 ha a rispettare specifiche condizioni per poter accedere ai pagamenti diretti. In particolare, era necessario aderire ad una delle cinque misure definite Focus Area Ecologiche (EFA) sul 5% del loro appezzamento; Cole et al., (2020) analizzando le EFA riportano che la maggiore efficacia per le colture azotofissatrici e le colture a maggese, era tale in una gestione "bee-friendly", mentre la gestione classica non era poi così efficace ed a supporto degli impollinatori. La questione della conservazione e della protezione delle specie e degli habitat, considerando i finanziamenti limitati ed i compromessi derivanti dalle attività antropiche, richiede sforzi maggiori per raggiungere gli obiettivi delle politiche ambientali europee (Jung et al., 2024); inoltre è presente la possibile percezione di subire la politica ambientale, che può avere la popolazione ed in particolare gli stakeholder, come una misura "top-down" che viene dall'alto ed è imposta (Jung et al., 2024); infatti l'adesione ai piani ecologici non è stata perseguita in modo assiduo dagli agricoltori, i quali sono condizionati da principi morali soggettivi, nonché delle considerazioni economiche ed il coinvolgimento da parte dei policy maker nella progettazione delle misure (Uthes & Matzdorf, 2013; Batáry et al., 2015; Jung et al., 2024). L'adesione, infatti, è maggiore da parte di quegli agricoltori che necessitano di minori modifiche alle pratiche sostenute, rispetto a chi le dovrebbe modificare significativamente, affrontando maggiori barriere per aderire alle misure ambientali (Hasler et al., 2022). Di conseguenza anche la valutazione dei costi risulta un processo decisionale importante, e spesso si riscontra un bias cognitivo che porta a considerare soprattutto i costi iniziali rispetto ai benefici che si possono ottenere nel futuro (Uthes & Matzdorf, 2013; Batáry et al., 2015).

#### **1.4 Il servizio ecosistemico di impollinazione ed aspetti sociali**

La vita sulla terra è sostenuta in modo diretto ed indiretto da tutti i servizi che l'ecosistema e le materie prime offrono o producono (Costanza et al., 1996) mantenendo il benessere dell'umano, il quale interagisce con l'intero ecosistema che lo circonda. Gli ecosistemi sono formati, e modificati, da comunità di organismi che interagiscono tra loro e la sfera abiotica, ed i processi ecosistemici sono il risultato dei processi vitali di questi organismi con l'ambiente abiotico, nonché tra l'ambiente abiotico stesso (Elmqvist & Maltby, 2010).

Abbiamo visto come l'impollinazione risulti un servizio ecosistemico che, a livello globale, è essenziale al mantenimento degli habitat, delle specie vegetali e della produzione del 35% del cibo totale (Klein et al., 2007). L'aumento dell'interesse da parte della ricerca, riguardo

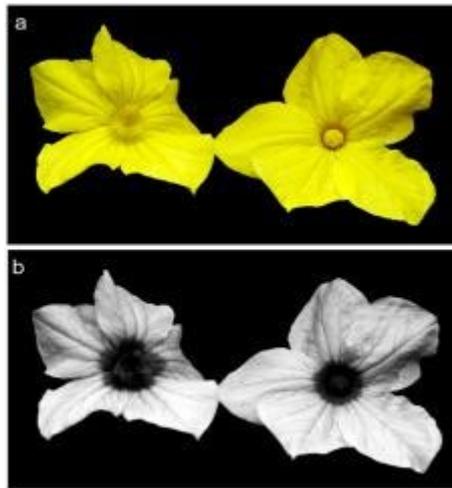
impollinatori ed impollinazione, è aumentato nel corso del tempo acquisendo sempre più importanza da un punto di vista ecologico, nonché economico; solo nell'attuale programmazione PAC sono stati definiti espliciti strumenti legislativi a favore degli impollinatori, quali gli ecoschemi ed in particolare l'ecoschema 5 (Unione Europea, 2021) anche grazie alla iniziativa UE a favore degli impollinatori (Commissione Europea, 2018); ma l'adozione delle pratiche di conservazione e protezione da parte degli imprenditori agricoli, non soddisfano l'urgenza della PAC di intervenire nel declino della biodiversità europea. Affinché si possano avere maggiori adesioni da parte della popolazione alle azioni ambientali promosse dall'Unione Europea, è necessario migliorare la considerazione e la conoscenza dell'importanza dell'impollinazione e degli impollinatori (Burns et al., 2021; Geppert et al., 2024). Inoltre, è fondamentale promuovere una maggiore percezione e consapevolezza nei confronti delle piante selvatiche utili agli impollinatori (Wignall et al., 2023), facendo sì che le distanze tra la conoscenza scientifica e le decisioni politiche si riducano (Melhim et al., 2016) così da poter implementare azioni di conservazione anche direttamente da parte della popolazione.

#### 1.4.1 *Il servizio ecosistemico di impollinazione*

L'impollinazione, intesa come il trasporto dei gameti delle specie vegetali, consente di mantenere le comunità vegetali attraverso il servizio fornito dagli impollinatori (Costanza et al., 1996). Da un punto di vista vegetale, l'impollinazione rappresenta un servizio essenziale affinché si possa mantenere un buon livello di diversità genetica all'interno di una popolazione, soprattutto di quelle allogame, le quali spesso non sono in grado di autoimpollinarsi. Il trasporto dei gameti risulta quindi un meccanismo per superare le barriere dell'autoincompatibilità e garantire la fecondazione incrociata. Questo servizio si basa sulla stretta correlazione tra impollinatori e piante, e sulla loro interazione che si definisce con il termine di "sindrome dell'impollinazione" (Fenster et al., 2004), ovvero la presenza di tratti comuni nelle piante e la distinzione in gruppi funzionali degli impollinatori; le specie vegetali possono esprimere differenti tratti che attirano gli impollinatori, dalle forme ai colori, gli odori nonché le risorse che le piante mettono a disposizione per sostenere il metabolismo di questi. Infatti Farré-Armengol et al., (2015) dimostrano che piante entomofile (che basano l'impollinazione sugli insetti) emettono composti organici volatili (VOC) attrattivi in quantità maggiori rispetto a quelle anemofile (che basano l'impollinazione sul vento), le quali ne producono pochi se non affatto. Gli apoidei sfruttano i colori per distinguere le proprie piante ospiti, e questi VOC per distinguerle tra le piante non-ospite (Burger et al., 2010). L'attrazione delle specie di apoidei avviene non solo per il colore di un determinato fiore, ma anche dalla

capacità di questi di riflettere i raggi ultravioletti, i quali sono recepiti dalle api, come nel caso di *Herpetospermum Penduculosum* (Figura 6), una pianta dioica diclina, che presenta, al centro del ricettacolo, un'area che riflette i raggi UV (ultravioletti). Gli esemplari maschi vengono preferiti, in quanto presentano un'area maggiore oltre ad una maggior presenza di nettare, mentre gli esemplari femminili presentano un'area minore e sono meno visitati (Wu et al., 2023).

Il sistema di apprendimento di un animale si basa sull'associazione di uno stimolo condizionato (come può essere il colore di un fiore) od un comportamento, per ottenere una ricompensa, ovvero uno stimolo incondizionato (Hemingway et al., 2024); perciò lungo la vita di un impollinatore le esperienze acquisite possono generare dei meccanismi decisionali che possono variare tra una specie e l'altra (Hemingway et al., 2024).



**Figura 6 – Foto di *Herpetospermum Penduculosum* sotto lo spettro della luce visibile (a) e sotto lo spettro dei raggi UV (b), tratto da Wu et al., (2023)**

Questi meccanismi decisionali determinano quindi le risorse che una specie impollinatrice può ricercare, basate sulle necessità della specie solitaria o sociale in un dato momento (Hemingway et al., 2024), definendo il grado di intensità del servizio di impollinazione di cui una coltura può beneficiare. Ad esempio è stato visto come le specie di *Bombus* siano più veloci nell'abbandono di un'area che non da ricompense rispetto ad *Apis Mellifera* e ciò si spiega probabilmente nel numero totale di individui che compongono la famiglia di ognuna delle specie: i bombi, con famiglie composte da un minor numero, sono più propensi ad abbandonare un sito che non presenta ricompense, in quanto la persistenza in quello spazio potrebbe causare un danno molto più grande alla famiglia, con un consumo di energie troppo

alto, rispetto al danno che subirebbe una famiglia di api da miele con un numero di componenti maggiore.

Capera-Aragones et al., (2024) fanno una distinzione di tre tipologie di parcelle fiorali per l'aumento del servizio di impollinazione: parcelle attrattive, parcelle complementari (da un punto di vista nutrizionale) e le parcelle d'incremento (della popolazione); le parcelle attrattive sono le più economiche ma necessitano di una disposizione tale da permettere un buon servizio ecosistemico evitando la competizione delle risorse disponibili tra i fiori selvatici e la coltura; le parcelle d'incremento invece, sono le più costose perché occuperebbero molto suolo, fornendo foraggiamento prima e dopo la fioritura della coltura, con l'effetto di un aumento della popolazione sostenuta in momenti critici per le popolazioni; le parcelle complementari sono quelle che sfruttano la complementarietà nutrizionale, di polline e nettare, tra le specie selvatiche e la coltura; la presenza di risorse complete permettono le visite anche sulla coltura, evitando la competizione per le risorse se la densità, la disposizione e la qualità nutritiva della parcella fiorita sono superiori alla coltura; la complementarietà nutrizionale favorisce la presenza degli impollinatori senza inficiarne l'impollinazione della coltura. Infatti in uno studio precedente Capera-Aragones et al., (2022), facendo una valutazione con una coltura di girasole, il quale ha un profilo proteico basso per alcuni aminoacidi essenziali (Nicolson & Human, 2013), concludono come la differenza di composizione (polline/nettare), delle parcelle a fiore rispetto al girasole, possano determinare la maggiore o minore presenza di apoidei nella coltura e quindi l'intensità del servizio ecosistemico; una differenza nutrizionale tra la coltura e la parcella a fiori allo 0% determina un basso incremento nell'impollinazione, mentre al 100% (differenza totale) migliora al massimo l'impollinazione; nel range di differenza 10-90% è difficile stabilire la maggiore o minore intensità di impollinazione, in quanto questa dipenderà dalla disposizione della parcella a fiori rispetto alla coltura.

#### 1.4.2 *Aspetti socioculturali sull'impollinazione e gli impollinatori*

L'essere umano è in costante connessione con la natura, e per questo motivo ha sviluppato, nel corso del tempo, sia una attrazione sia una avversione alla natura, ampiamente discusse con il nome di "biophilia" e "biophobia" da Soga & Evans, (2024); si evince come siano presenti molti tipi di fobie, in particolare è presente anche la "apifobia", ovvero la paura delle api, le quali in comparazione con altre specie come le vespe o le farfalle, vengono comunque preferite, presentando una immagine positiva di queste, piuttosto che negativa (Sumner et al., 2018). Inoltre, le api sono collegate al miele, un prodotto che acquisisce riconoscimenti comuni attraverso il tempo, i popoli e le religioni.

Come scritto da Ciocîrlie, (2024) in "il Miele oltre la Scienza":

<<Troviamo il miele in tutti gli antichi libri di conoscenza e saggezza e in tutti i testi sacri delle principali religioni mondiali. Il miele trova la sua collocazione anche ai livelli più alti della Piramide di Maslow quando è connesso con la salute e anche oltre, attraverso la connessione con la consapevolezza spirituale.>>

Da un punto di vista sociale, la paura verso la natura rende meno disponibili le persone ad approvare politiche ed azioni a favore della conservazione (Soga & Evans, 2024), mentre una maggiore conoscenza ne riduce il senso di paura aumentando la volontà e l'impegno verso comportamenti positivi alla conservazione e protezione (Stanisavljević & Stanisavljević, 2017; Grando et al., 2018); gli insetti impollinatori, sono largamente riconosciuti tra paesi molto differenti, nonostante ci siano considerazioni diverse, tanto che risultano meno importanti nei paesi più sviluppati (Date et al., 2024); Barrable et al., (2024) esplorano come siano connesse le esperienze avute nell'infanzia e la propensione alla natura in età adulta; nel loro studio si evince come siano correlate in modo significativo queste due variabili, sia che si parli, in età precoce, di esperienze fatte in attività organizzate che non organizzate in natura; risultano importanti quindi, per crescere una popolazione sempre più orientata alla natura, e che abbraccino le iniziative ambientali europee e quelle educative sostenute nelle scuole: in un asilo nido di Padova, Grando et al., (2018) hanno sperimentato come ridurre il senso di paura con bambini di 5 anni, e promuovere la conoscenza dell'entomologia, mediante lezioni dedicate allo studio della morfologia su esemplari spillati o su cartoncino, prima ad occhio nudo, poi con lenti di ingrandimento ed in fine su stereoscopio, con un approccio didattico attivo; i dati ricavati dai questionari somministrati prima e dopo il periodo di studio dimostrano come il senso di paura sia diminuito statisticamente mentre il senso di disgusto rimanga invariato; Schönfelder & Bogner, (2018) invece, lavorando con ragazzi adolescenti delle scuole secondarie, attraverso l'utilizzo di *Apis mellifera*, nel primo caso mediante utilizzo della specie in vivo, mentre nel secondo caso utilizzando un'arnia connessa online, evidenziarono come, in entrambi i casi, sia stata osservata una percezione positiva, nonostante ci fosse già una certa propensione alla protezione.

Leto et al., (2024) hanno stimato una correlazione tra il livello di conoscenza e la percezione positiva degli apoidei in una scuola secondaria: basando la loro ricerca su *Apis Mellifera*, gli autori hanno evidenziato che la maggior parte della popolazione non sia in grado di riconoscere le specie di apoidei: nonostante una certa conoscenza dell'importanza del ruolo, i ragazzi non presentavano idee chiare a riguardo, conservando una certa paura ma, allo stesso tempo, anche rispetto per questa specie; secondo questi autori gli adolescenti sono dei soggetti importanti per le azioni di protezione e conservazione, soprattutto per le informazioni che riportano in famiglia e per essere futuri cittadini.

Attraverso differenti paesi, sulla considerazione e la conoscenza degli impollinatori, si evidenziano differenze particolari le quali sono connesse al maggiore o minore sviluppo economico, come una minore preferenza per gli insetti in paesi più sviluppati, spiegabile con un minor contatto nei confronti degli impollinatori, i quali sono più comuni e riconosciuti nei paesi meno sviluppati (Date et al., 2024). Tra paesi di uno stesso continente come l'Europa, valutando il coinvolgimento in attività di protezione, le differenze si riferiscono rispetto al luogo (urbano o rurale) in cui si vive (Geppert et al., 2024), come ad esempio, in Germania ed Olanda, dove i centri urbani erano molto più propensi di quelli italiani ad adoperarsi con “bug hotel” per aiutare le popolazioni di impollinatori; quelli italiani invece, preferivano adoperarsi con fiori e limitazioni riguardo l'utilizzo di insetticidi; più in generale gli intervistati di questo studio erano mossi a favore delle azioni dal proprio giudizio e senso di responsabilità riguardo il declino degli impollinatori, con una pressione sociale significativa. In paesi come il Marocco invece, la percezione dell'importanza di api e bombi è piuttosto diffusa, mancando però di conoscenze e considerazioni riguardo gli altri impollinatori (come mosche, vespe, libellule e farfalle (Sabbahi et al., 2024; Date et al., 2024)

I fattori psicosociali che influiscono soprattutto nel comportamento e coinvolgimento della popolazione in azioni a favore degli impollinatori (entro un campione rappresentato da un bias di interesse pregresso nei confronti degli impollinatori) sono, secondo Knapp et al., (2021) la diversità delle interazioni con la natura ed il controllo comportamentale percepito (capacità percepita di aiutare gli impollinatori); questi fattori sono predittori rispettivamente di 12 e 10 attività previste dagli autori, nonché significativamente correlate al 45% delle variabili; è interessante però citare come la conoscenza degli impollinatori e la conoscenza delle azioni di conservazione degli impollinatori siano importanti per azioni meno conosciute ma più efficaci (ad es. lasciare fiori e sfalciare meno, lasciare il suolo libero, disporre Bee-hotel) mentre erano poco connessi ad azioni ovvie (ad es. firmare petizioni, dare acqua zuccherata alle api); invece il fattore d'identità come “ambientalista” risulta essere connesso alle azioni meno comuni come firmare petizioni o seminare piante utili agli impollinatori ed usare meno insetticidi; i giardini privati sarebbero quindi una soluzione di conservazione in piccola scala (Persson et al., 2023) come anche per gli orti urbani, siti di primo beneficio se pensiamo al servizio di impollinazione. Infatti Sturm et al., (2021) indagano sui tassi di adesione a progetti urbani, dove chi aderiva erano mossi soprattutto da fascinazione e gioia nel vedere gli impollinatori sulle loro culture, rappresentando dei caratteri emotivi che permettevano di predire il comportamento a favore delle azioni pro-impollinatori. In un contesto molto più complesso

come quello dell'agricoltura, invece, gli imprenditori agricoli sono costretti a fare decisioni a volte non condivise dal resto della popolazione.

#### 1.4.2.1 *Il contesto agricolo*

L'adozione di pratiche conservative (agricoltura conservativa) (Lalani et al., 2016; Tama et al., 2021) come anche di misure agroambientali (Despotović et al., 2019), nonché l'utilizzo di controllo biologico in alternativa ai fitofarmaci (riduzione dell'utilizzo di pesticidi) (Spina et al., 2024), risultano avere in comune come fattori psicosociali l'attitudine, le norme soggettive e la percezione al controllo del comportamento. Questi studi si basano sulla teoria del comportamento pianificato (The Theory of Planned Behaviour [Ajzen, 1991]) (TPB), la quale spiega i precedenti fattori quali componenti del comportamento cui una persona può esprimere. Come descritto da Knapp et al., (2021) l'attitudine coinvolge la percezione del possibile risultato ottenuto da un comportamento, risultando a favore o meno; le norme soggettive descrivono le percezioni che un individuo ha da parte della società; infine, la percezione al controllo del comportamento è la percezione di un individuo della presenza di fattori che possono facilitare o impedire l'esecuzione del comportamento. L'adesione da parte degli agricoltori a pratiche innovative, si fonda soprattutto sulla conoscenza e l'educazione, che rappresentano la base per poter capire il punto di vista scientifico delle pratiche adottabili; non solo la consulenza di esperti ed il supporto tecnico, ma anche i sussidi e gli incentivi economici, permettono di attraversare e sostenere le aziende agricole da possibili riduzioni di reddito e rischi economici coinvolti nella transizione (Rizzo et al., 2024). Non ci sono poi differenze nell'adozione tra le pratiche innovative, ma generalmente si registra un aumento dell'interesse per l'agricoltura di precisione o il regime biologico (Rizzo et al., 2024). Infatti, il risultato che si vuole conseguire non si raggiunge con un solo metodo, ma una schiera di possibilità che possono funzionare in casi differenti (Rizzo et al., 2024). Questo a causa dell'alta variabilità che si riscontra tra i dati contrastanti di studi che sfruttano la TPB per spiegare l'adozione delle pratiche innovative da parte degli agricoltori.

In vari studi riportati da Faure et al., (2024) si percepisce come a livello generale ci sia una certa coscienza nei confronti degli impollinatori, anche in situazioni in cui la dipendenza dall'impollinazione non è alta: infatti, analizzando una zona poco dipendente da impollinazione (area cerealicola) evidenziano gli autori come gli agricoltori siano coscienti dell'importanza degli impollinatori, e di come questi fossero propensi ad adottare pratiche a favore soprattutto se impegnavano poco tempo e denaro. Molti autori propongono come i decisori politici debbano cooperare con gli agricoltori per disegnare leggi che possano essere adottate con favore, o di come anche sociologi e ambientalisti possano contribuire a creare

leggi efficaci (Batáry et al., 2015; Jung et al., 2024; Uthes & Matzdorf, 2013). Infatti, la politica se proiettata verso le sanzioni contro comportamenti o pratiche impattanti negativamente sull'ambiente, risultano meno efficaci di incentivi e sostegni economici a chi è direttamente connesso ad un servizio ecosistemico. Uno scenario in cui si prevede il pagamento di tasse per l'utilizzo di pesticidi, inciderebbe peggiorando la situazione degli agricoltori e dell'ambiente, aumentando i costi economici d'impianto ed impattando a livello ambientale; invece, comparando uno scenario in cui si fornisce sostegno economico ad apicoltori, implementando la comunicazione con gli agricoltori, si instaurano delle relazioni tali per cui i trattamenti si riducono per la presenza delle arnie in un campo; riducendo l'impatto ambientale viene garantito in parte il servizio di impollinazione che favorisce gli agricoltori nel raccolto e gli apicoltori nella produzione di miele (Faure et al., 2023). In un altro caso, ipotizzando una scarsità di api selvatiche ed una gestione diretta delle arnie da parte dell'agricoltore stesso, per sopperire alla necessità di impollinazione si aumenterebbero i costi di produzione. Al contrario, i costi verrebbero a ridursi nel caso in cui ci sia una popolazione elevata di api selvatiche che permetta di soddisfare in parte il servizio di impollinazione, aumentando la produzione e dando spazio a possibili apicoltori (Kleftodimos et al., 2021).

Gli apicoltori stanno fronteggiando parecchie sfide, in particolare nel corso degli anni il tasso di mortalità delle famiglie di *Apis* è in aumento (Gray et al., 2023) e solo nell'ultima programmazione della politica agricola sono apparsi i primi finanziamenti e progetti nei confronti degli apicoltori e degli impollinatori (Unione Europea, 2021; M.A.S.A.F. (Ministero dell'Agricoltura della Sovranità Alimentare e delle Foreste, 2023); il ruolo degli apicoltori viene svolto per lo più per passione ed affetto nei confronti delle famiglie di api allevate (Carvalho et al., 2024; Ferenczi et al., 2024; Maderson & Adams, 2024) evidenziando come ci sia una attitudine positiva nei confronti della natura, la conoscenza dell'ambiente e dell'importanza dell'impollinazione. L'attività si fonda su una continua formazione ed esperienza da parte dell'apicoltore che interpreta in modo sempre più minuzioso le necessità delle famiglie gestite (Ferenczi et al., 2024; Maderson & Adams, 2024). La capitalizzazione dell'agricoltura ha incentrato la produzione per scopi economici (Ellis et al., 2020), causando nel contesto dell'apicoltura lo scambio sempre maggiore di specie, come per *Apis mellifera ssp. ligustica* che ha allargato i propri orizzonti per la sua elevata produzione di miele e docilità, ma occupando spazi in cui non è adattata, rendendone difficoltosa la gestione; come nel caso riportato da Maderson & Adams, (2024) in cui alcuni apicoltori sono preoccupati del fatto che le popolazioni di *Apis mellifera ssp. mellifera* (specie locale inglese comunemente nominata ape nera o "British Black Bee") possano subire ibridazione per obiettivi di profitto:

a causa di importatori di *ssp. Ligustica*, oppure di ibridatori che vanno a sfruttare la *ssp. mellifera* locale con convinzioni come la maggiore resistenza verso *Varroa*. L'importanza di avere popolazioni adattate al territorio si fonda sulla necessità di preservare la specificità genetica di una popolazione. Questa questione è complicata dall'indole selvatica dell'*Apis mellifera*, la quale, nonostante sia domesticata, presenta un controllo incompleto del suo processo di ibridazione. Questa impossibilità di controllare le proprie famiglie congiuntamente alla condivisione del territorio, può portare a fenomeni di predazione tra famiglie di apicoltori diversi (ad es. apicoltori hobbisti hanno visto predate le proprie arnie dopo che un apicoltore professionista aveva spostato le sue 20 arnie nello stesso appezzamento) (Maderson & Adams, 2024) creando anche tensioni tra i vari apicoltori che non sono protetti come gli agricoltori. Emerge anche come gli apicoltori, allo stesso modo degli agricoltori, devono prendere decisioni che tengano conto dell'ambiente circostante, del controllo delle infestazioni parassitarie e dei luoghi che possano sostenere innanzitutto le famiglie e poi garantire una produzione. In alcuni casi sono obbligati a segnalare infestazioni di peste agli ispettori sanitari e a distruggere le arnie infette, per prevenire la diffusione della malattia tra gli apicoltori vicini (Maderson & Adams, 2024).

Eppure, in alcuni casi, gli apicoltori non sono propensi a pagare per la conservazione di specie diverse, sebbene esprimano una attitudine affettiva nei confronti degli animali e riconoscano la necessità di preservarle. Questo comportamento contrasta con quello dei non-apicoltori, i quali tendono ad esprimere attitudini maggiormente utilitaristiche nei confronti degli animali (Carvalho et al., 2024).

## Capitolo 2

### SCOPO DELLA TESI

Questa tesi di laurea si inserisce all'interno del progetto “*Seeds & Bees: Incrementare e migliorare gli habitat per gli impollinatori e la biodiversità attraverso la selezione di semi di piante autoctone*” realizzato dall'Ente Parco del Conero in collaborazione con l'Università Politecnica delle Marche, l'Istituto di Istruzione Superiore Vanvitelli Stracca Angelini, l'Associazione Arci ProPolis Aps e con il sostegno della Fondazione Cariverona nell'ambito del Bando Habitat. Il progetto ha l'obiettivo di evidenziare le interconnessioni tra flora e fauna apoidea, al fine di selezionare semente di specie vegetali autoctone, mirando alla riqualificazione e alla conservazione degli habitat degli impollinatori apoidei all'interno del Parco Regionale Naturale del Conero. Tale iniziativa si inserisce in una strategia più ampia di contrasto alla progressiva perdita di biodiversità, mirata al mantenimento di ecosistemi caratterizzati da un elevato grado di naturalità. Il progetto mira a superare la sfida principale, rappresentata dalla carenza di dati accurati sulle specie di apoidei e sulla loro distribuzione. Conoscendo l'abbondanza e le aree di insediamento di queste specie, sarà possibile evidenziarne l'eventuale declino, e formulare strategie di conservazione significative e prioritarie (Brown & Paxton, 2009). La stretta correlazione tra flora e fauna apoidea sta nell'impollinazione, uno dei tanti servizi ecosistemici, forniti dagli habitat (Costanza et al., 1996); gli apoidei basano la propria alimentazione ricercando il nettare e raccogliendo il polline, che vengono prodotti dalle specie vegetali, grazie alle strutture corporee adatte a questa funzione; le api selvatiche, o api solitarie, garantiscono quindi la conservazione degli habitat naturali, contribuendo in parte anche alla fecondazione delle colture agricole (Eeraerts et al., 2019; Levenson et al., 2022). Nell'ambito degli obiettivi delineati dal progetto, questo lavoro di tesi si concentra sullo studio e monitoraggio dell'entomofauna apoidea (*Hymenoptera, Apoidea*), con lo scopo di mettere in evidenza le specie di apoidei presenti nei siti di monitoraggio rappresentativi dei principali habitat del Parco Regionale Naturale del Conero, nonché la loro interazione con le specie vegetali presenti nel territorio.

## Capitolo 3

### MATERIALI E METODI

#### 3.1 Descrizione del sito

La zona oggetto di studio è il Monte Conero, situato nella fascia costiera delle Marche centrali (43°33'00"N, 13°36'00"E). Il Monte Conero è il rilievo esterno dell'Appennino umbro-marchigiano, situato a circa 10 km a sud del porto di Ancona. La successione stratigrafica appartiene a quella umbro-marchigiana, costituita da una sequenza di formazioni di bacini carbonatici che vanno dal Cretaceo (Fm. Maiolica e Marne a Fucoidi) ai calcari marnosi dell'Eocene (Fm. Scaglia Rossa) (Marmoni et al., 2023). L'origine del promontorio risale ad un'epoca geologica compresa tra i 5,3 e 2,6 milioni di anni fa, nel Pliocene (<https://www.parcodelconero.org/lente/>). Il Monte Conero ha un'altitudine di 572 m sul livello del mare, con una precipitazione media annua di 710 mm e una temperatura media annua di 14,9 °C (Pesaresi et al., 2024). Nel territorio è presente una Zona Speciale di Conservazione (ZSC) denominata "Monte Conero" (codice IT5320007) ed una Zona Speciale di Protezione denominata "Monte Conero" (codice IT5320015), costituenti la Rete Natura 2000. Il Parco Regionale del Monte Conero comprende al suo interno attività agricola per il 54,38% della superficie totale di circa 6050 ettari, mentre il 12,45% è rappresentato dal tessuto urbano (Biondi et al., 2012). Questo ci fa intendere come sia importante il disturbo antropico e di come possa essere difficile la conservazione del parco.

Il Monte Conero è considerato il punto di transizione tra i macroclimi mediterranei e quelli temperati (Biondi & Baldoni, 1995) e questo ne conferisce caratteristica di grande variabilità per gli habitat presenti. Si distinguono 21 habitat al suo interno (Biondi et al., 2012; Parco Naturale del Conero & Regione Marche, 2015) di cui 6 sono prioritari secondo la Direttiva 92/43/CE "Habitat" (Consiglio Europeo, 1992) (Tabella 1).

**Tabella 1 – Habitat di interesse comunitario presenti nel Parco Regionale del Monte Conero; gli habitat contrassegnati con (\*) sono habitat prioritari. Elaborato da Biondi et al., (2012) e piano di gestione del Parco Naturale del Conero & Regione Marche, (2015)**

Codice	Nome Habitat
1110	Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina
1150*	Lagune costiere
1160	Grandi cale e baie poco profonde
1170	Scogliere
1210	Vegetazione annua delle linee di deposito marine
1240	Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con <i>Limonium</i> spp. Endemici
3140	Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di <i>Chara</i> spp
5130	Boscaglia fitta di <i>Laurus nobilis</i>
5310	Arbusteti termo-mediterranei e predesertici
5330	Formazioni a <i>Juniperus communis</i> su lande o prati calcicoli
6110*	Formazioni erbose rupicole calcicole o basofile dell' <i>Alysso-Sedion albi</i> Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su
6210*	substrato calcareo ( <i>Festuco-Brometalia</i> )(*) *Habitat prioritario se con notevole fioritura di Orchidee
6220*	Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei <i>Thero-Brachypodietea</i>
6430	Praterie con <i>Molinia</i> su terreni calcarei, torbosi o argilloso-limosi ( <i>Molinion caeruleae</i> )
7210*	Paludi calcaree con <i>Cladium mariscus</i> e specie del <i>Caricion davallianae</i>
8310	Grotte non ancora sfruttate a livello turistico
91AA*	Boschi orientali di quercia bianca
91B0	Frassineti termofili a <i>Fraxinus angustifolia</i>
92A0	Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i>
9340	Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>
9540	Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici

I siti di monitoraggio all'interno del Parco Regionale del Monte Conero sono compresi tra la frazione Poggio e la frazione Monte Colombo, rispettivamente appartenenti al comune di Ancona e di Sirolo. Ciascun sito è nominato con la dicitura MC a cui si è associata una sequenza numerica decimale. Di seguito si inserisce la lista delle stazioni, le coordinate

geografiche ed il riferimento alla classe di habitat in cui ogni stazione ricade, basandosi sulla mappa costruita dal Parco Naturale del Conero & Regione Marche, (2015) per il piano di gestione del parco (Tabella 2).

**Tabella 2 – Lista stazioni di monitoraggio.**

<i>Codice</i>	<i>Nome sito</i>	<i>Habitat di riferimento</i>	<i>Coordinate geografiche</i>
<i>MC1</i>	Poggio	Habitat 6210*	43°33'17.9"N 13°34'57.1"E
<i>MC2</i>	Pian dei ciliegi	Habitat 6210*	43°32'23.3"N 13°35'49.6"E
<i>MC3</i>	Fonte d'olio	Nei pressi dell'habitat 91AA*	43°32'04.0"N 13°36'20.7"E
<i>MC4</i>	Passo del lupo	Habitat 9540	43°32'24.3"N 13°37'11.8"E
<i>MC5</i>	Calendula	Posto tra l'Habitat 9340 e 9540 in un appezzamento privato (non classificato)	43°32'20.3"N 13°37'09.0"E
<i>MC6</i>	San Lorenzo	Sito posto in zona urbana, in un ambiente ripariale	43°31'29.8"N 13°36'15.1"E
<i>MC7</i>	Monte Colombo	Habitat 6210*	43°31'31.0"N 13°35'48.2"E

Da un punto di vista fitosociologico la Regione Marche con l'Università Politecnica delle Marche, in un quadro conoscitivo della Rete Ecologica Marche (R.E.M.), individua le alleanze presenti nel territorio marchigiano e di seguito si espongono le alleanze presenti secondo la R.E.M. in ogni sito di monitoraggio in Tabella 3.

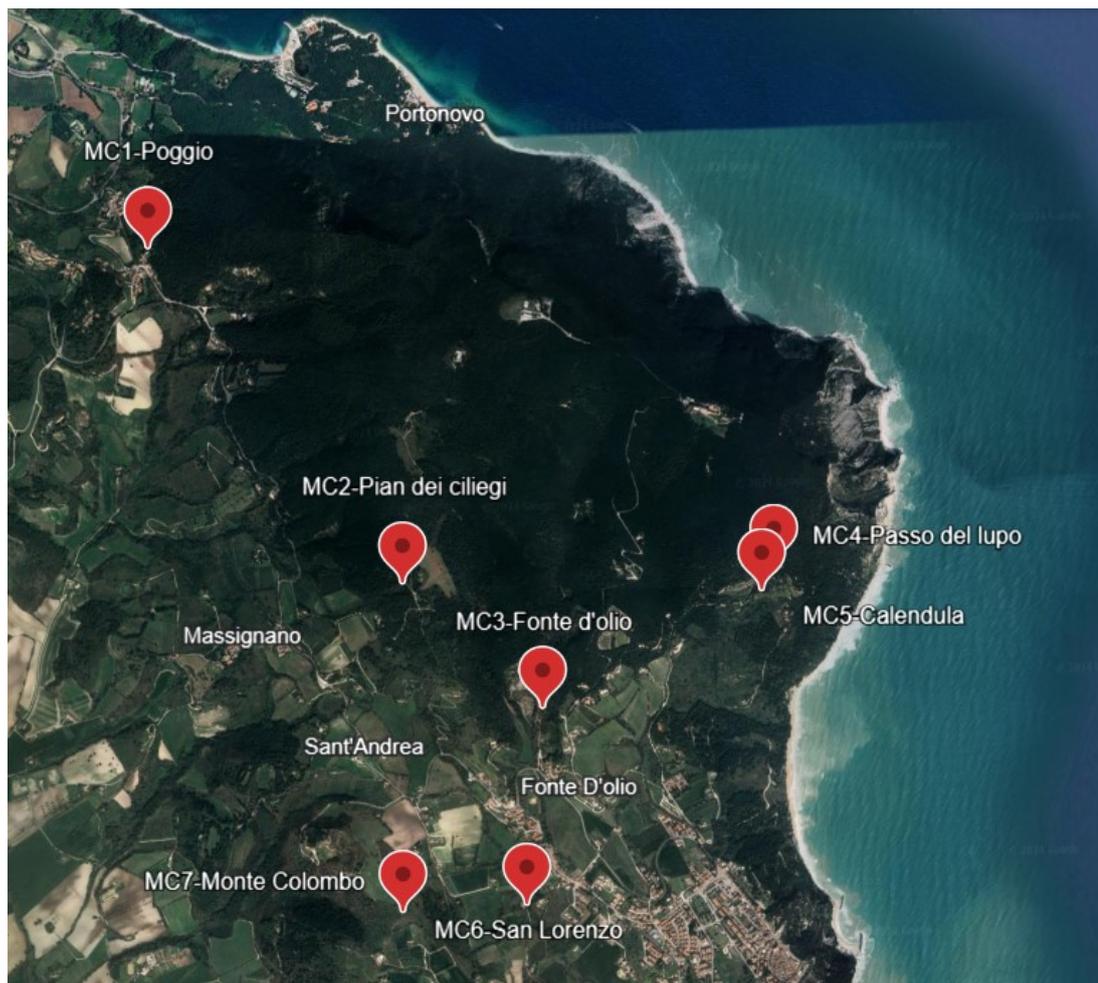
**Tabella 3 – Associazioni fitosociologiche presenti nei siti di monitoraggio, tratto da (Biondi et al., 2009)**

<i>Codice</i>	<i>Nome sito</i>	<i>Associazione</i>
<i>MC1</i>	Poggio	<i>Convolvulo elegantissimi-Brometum erecti</i> Biondi 1986
<i>MC2</i>	Pian dei ciliegi	<i>Convolvulo elegantissimi-Brometum erecti</i> Biondi 1986

MC3	Fonte d'olio	<i>Roso sempervirentis-Quercetum virgilianae</i> Biondi 1986 corr. Biondi, Casavecchia & Pesaresi 2010 subass. <i>quercetosum virgilianae</i> Allegrezza et al. 2002 corr. Biondi, Casavecchia & Pesaresi 2010;
MC4	Passo del lupo	Rimboschimento sempreverde a <i>Pinus halepense</i> Miller
MC5	Calendula	Seminativo in rotazione (al momento sfalciato dai proprietari)
MC6	San Lorenzo	Filari decidui a <i>Quercus</i> ssp. e filare deciduo di <i>Robinia pseudoacacia</i> L.
MC7	Monte Colombo	<i>Convolvulo elegantissimi-Brometum erecti</i> Biondi 1986;

### 3.1.1 Scelta dei siti

La selezione dei siti è stata effettuata tenendo conto del contesto paesaggistico e della conoscenza pregressa del territorio del Monte Conero, con particolare attenzione alle aree maggiormente favorevoli alla presenza di comunità di apoidei. Si è inoltre valutata la distanza da eventuali apiari, per evitare degli effetti competitivi sulla presenza di popolazioni di api selvatiche. È stata considerata anche la correlazione con gli habitat presenti, ritenuti particolarmente idonei alle esigenze ecologiche delle specie. I siti scelti comprendono una varietà di ambienti, tra cui praterie, boschi ed aree urbane, al fine di rappresentare al meglio i diversi microhabitat del territorio. Questo approccio ha permesso di includere luoghi con diverse condizioni di esposizione al sole, umidità e tipologie vegetazionali, favorendo così la presenza di una più eterogenea gamma di specie di api selvatiche e facilitando lo studio delle loro interazioni con la flora locale.



**Figura 7** Elenco siti di monitoraggio.

#### 3.1.1.1 MCI-Poggio

Sito presente nella zona rurale della frazione Poggio (An) in una zona molto vicina alle abitazioni dove iniziano i percorsi del Monte Conero, con una prateria secondaria compresa nell'associazione *Convolvulo elegantissimi-Brometum erecti* Biondi 1986 attorniata da una zona urbanizzata a sud, mentre da est a ovest la prateria è delimitata da rimboscimento sempreverde a *Pinus halepense* Miller.

#### 3.1.1.2 MC2-Pian dei ciliegi

Sito presente nei pressi di Massignano vicino l'azienda agricola Coppola, è rappresentata anche qui l'associazione *Convolvulo elegantissimi-Brometum erecti* Biondi 1986 inserita in un rimboscimento a *Pinus halepense* Miller, con vari punti urbanizzati ad abitazioni private, un campo coltivato ed un arbusteto, a prevalenza di *Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) Dur.

et Sch. della subassociazione *Coronillo valentinae-Ampelodesmetum mauritanici* (Biondi 1986) variante a *Juniperus oxycedrus*.

#### 3.1.1.3 MC3-Fonte d'olio

Sito posto vicino al comune di Sirolo (An) nei pressi dell'ex cava divenuta teatro (inserire eventuale anno); questo è presente lungo un percorso in una zona molto ricca di arbusti, molto probabilmente cresciuta su terreno agrario abbandonato, in cui attorno troviamo un bosco deciduo di *Quercus virgiliana* (Ten.) Ten., confinante con un bosco deciduo di leccio (*Quercus ilex*, L.) ed un bosco deciduo di *Robinia pseudoacacia* L., con inserite nella zona alcune abitazioni private. Qui si alternano comunità delle associazioni *Roso sempervirentis-Quercetum virgiliana* (Biondi 1986 corr. Biondi, Casavecchia & Pesaresi 2010) subass. *quercetosum virgiliana* (Allegrezza et al. 2002 corr. Biondi, Casavecchia & Pesaresi 2010) e *Cyclamino hederifolii-Quercetum ilicis* (Biondi, Casavecchia & Gigante 2003) subass. *cyclaminetosum hederifolii* (Biondi, Casavecchia & Gigante 2003).

#### 3.1.1.4 MC4-Passo del lupo

Questo sito si trova lungo il sentiero che porta al Passo del lupo: le pan trap sono state posizionate in un prato declive esposto a sud, inserito in un rimboschimento sempreverde a *Pinus halepense*, Miller, dove si ritrovano soprattutto piante erbacee su substrato calcareo; nei pressi è presente una abitazione con vari ulivi ed una porzione di arbusteto sempreverde di *Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) Dur. et Sch., (dell'associazione *Coronillo valentinae-Ampelodesmetum mauritanici* Biondi 1986) ed a sud un bosco di *Quercus ilex*, L. dell'associazione *Cyclamino hederifolii-Quercetum ilicis* (Biondi, Casavecchia & Gigante 2003) subass. *cyclaminetosum hederifolii* (Biondi, Casavecchia & Gigante 2003).

#### 3.1.1.5 MC5-Calendula

In questo caso le pan trap sono state poste in un appezzamento agrario gestito dai proprietari dimoranti nella casa circostante che sfalciano il prato più volte all'anno; questo prato ricco di specie erbacee tra cui appunto la calendula (*Compositae*), è delimitato da un bosco di *Quercus ilex*, L. a nord (lo stesso di MC4), un rimboschimento sempreverde a *Pinus halepense* Miller (Sud) ed un bosco a *Quercus ilex*, L. (Est).

#### 3.1.1.6 MC6-San Lorenzo

Questo sito ricade in una zona urbanizzata di Sirolo, nella frazione San Lorenzo, con due abitazioni presenti nei pressi ed un ambiente ripariale, ai lati di una strada. È un ambiente molto umido ed esposto ad Ovest, per lo più coperto dalla vegetazione circostante. Attorno a

questo sito sono presenti un filare deciduo a *Quercus pubescens* L. e da un filare deciduo a *Robinia pseudoacacia* L. sul lato del punto di posizionamento delle pan traps.

#### 3.1.1.7 MC7-Montecolombo

Questo sito si pone sulla zona rurale di Sirolo, in un punto di snodo di alcuni sentieri del Monte Conero. Il sito ricade in una prateria con associazione a *Convolvulo elegantissimi-Brometum erecti* Biondi 1986 ed una prateria chiusa continua di *Inula viscosa* (L.) Aiton dell'associazione *Senecio erucifolii-Inuletum viscosae* Biondi & Allegrezza 1996.

### 3.2 Metodi di monitoraggio

Il monitoraggio è stato effettuato una volta al mese da marzo ad ottobre del 2024; il posizionamento delle trappole è avvenuto tra le 9:00 e le 10:00 del mattino con una permanenza nelle stazioni di almeno 6 ore. In ogni stazione è stato contato il numero di fiori aperti, come fiori singoli od infiorescenze in funzione della specie botanica, entro un raggio di 2 metri dalla trappola. Sono inoltre state identificate le specie floristiche in funzione dei caratteri botanici, utilizzando delle chiavi dicotomiche (Pignatti, S., 1982).

#### 3.2.1 Pan traps

Per il monitoraggio è stato utilizzato il metodo Pan trap, una metodologia che sfrutta l'attrattiva cromatica di queste trappole per la cattura di insetti impollinatori, ed utilizzata specialmente per campionare l'abbondanza e la diversità delle popolazioni delle api selvatiche (*Hymenoptera*) distribuite nell'ambiente (Wilson et al., 2008), e per le fasi iniziali di un monitoraggio (Southwood & Henderson, 2000). Questo metodo è considerato vantaggioso in ambienti non particolarmente agibili, ma bisogna anche considerare che queste trappole sono di fatto depauperanti per l'ambiente in cui si trovano (Elisa Monterastelli, 2018), perché con esse, oltre agli apoidei, vengono catturati ed uccisi anche altri insetti, attirati dal loro colore. Tra i vari metodi di monitoraggio Westphal et al., (2008) reputano il metodo Pan trap il migliore in quanto più efficiente, a ridotta varianza dell'operatore, con bassi costi, soprattutto per monitoraggi di lungo periodo. Per effettuare il monitoraggio degli impollinatori sono state utilizzate sette pan traps in totale. Ciascuna pan trap è costituita da tre ciotole con colori differenti: bianco, giallo e blu, colori comunemente utilizzati per ottenere una buona rappresentazione delle specie di insetti presenti in un ambiente (Sircom et al., 2018); la struttura di una Pan trap viene rappresentata nelle figura 7.

a)



b)



***Figura 8 a) esempio di posizionamento di pan trap (MC7); b) dettaglio dei colori bianco, giallo e blu dopo cattura***

.Le tre ciotole di ciascuna pan traps sono state rivestite con una particolare vernice in grado di riflettere i raggi UV. Queste trappole sono in grado di attrarre gli insetti principalmente grazie alla loro colorazione riflettente i raggi UV, andando a simulare la capacità di riflessione di questi raggi da parte dei fiori, come visto precedentemente nel capitolo 1.4.1. La capacità attrattiva di queste trappole è in parte dovuta anche dalla superficie acquosa riflettente (Epsky et al. 2008). Lo spettro della luce percepita dalle api selvatiche si posiziona in un range tra 320-620 nm a seconda della famiglia (Van Der Kooi et al., 2021), questo perché gli hymenotteri presentano vari recettori all'interno degli occhi composti, tra i quali anche recettori per la luce UV intorno ai 300 nm (Wakakuwa et al., 2005; Van Der Kooi et al., 2021) oltre al blu ed al verde (rispettivamente 400-500 nm e 500-600 nm). Quindi gli hymenotteri non si orientano principalmente attraverso i colori ma attraverso l'intensità della luce e degli odori percepiti (Paulk et al., 2009). In ogni trappola è stata messa una soluzione di acqua e

sapone detergente, per ridurre la tensione superficiale dell'acqua (Westphal et al., 2008; Templ et al., 2019) ed impedire eventuali fughe degli insetti intrappolati; l'acqua è stata versata senza produrre schiuma che potesse interferire con la visione delle api selvatiche.

Per la raccolta degli individui apoidei catturati è stata utilizzata una provetta Falcon® per ciascuno dei tre colori della Pan trap: ogni Falcon® è stata codificata con le lettere W (white), Y (yellow) e B (blue) per ogni sito MC, ottenendo il codice di ogni trappola composto come segue: MCn-X-N dove (n) rappresenta il numero di riferimento del sito, con (X) si rappresentano i riferimenti del colore delle ciotole (W, Y, B) e (N) il numero dell'individuo catturato (1, 2, 3...N). I campioni così raccolti sono stati trasportati al laboratorio del Dipartimento di Entomologia e Patologia vegetale dell'Università Politecnica delle Marche, per essere conservati in congelatore fino all'identificazione.

### 3.3 Preparazione del materiale e riconoscimento

Ciascun apoideo catturato è stato scongelato e sciacquato con acqua demineralizzata per eliminare eventuali tracce di sapone che possa interferire con la distensione delle setole delle api. In seguito, ciascun insetto catturato è stato spillato sotto stereomicroscopio (Leica Microsystems CMS GmbH, modelli: M205C- S9i) per poi essere identificato preliminarmente grazie alla tabella diagnostica dei morfogeni d'Italia prodotta dal C.R.E.A. (Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria) (Quaranta, 2019).



**Figura 9** Esempio di ala con 3 celle submarginali (estratto da Quaranta, 2019).

I morfogeni sono categorie non filogenetiche che racchiudono diversi generi (anche appartenenti a famiglie diverse) con una morfologia simile. Viene fatta una macro-distinzione tra le specie che presentano due celle submarginali o tre celle submarginali (Figura 8).

Sulla base di questo carattere utilizzato dalla maggior parte delle chiavi dicotomiche è possibile distinguere in maniera generale diverse specie; alcuni morfogeni come, ad esempio, *Megachilidae* (con due celle submarginali) presentano due gruppi, uno riferito al morfogenere *Osmia* ed un altro a *Megachile*, all'interno dei quali troviamo differenti generi. In altri casi, invece, il morfogenere è riferito ad un genere per le peculiari caratteristiche, che

vengono facilmente riconosciute in *Bombus* o ad esempio in *Ceratina* (tre celle submarginali), la cui caratteristica tipica è rappresentata da una macchia sul clipeo (a forma di T rovesciata per i maschi e a forma di I nelle femmine).

Il livello di genere è stato ricondotto attraverso le chiavi dicotomiche (Michener, 2007; Michez et al., 2019).



**Figura 10** Dettaglio su capo di esemplari di *Ceratina*, rispettivamente femmina (♀) e maschio (♂).

## Capitolo 4

### RISULTATI

Nel periodo del monitoraggio, avvenuto da marzo ad ottobre, sono stati effettuati 8 campionamenti e catturati 111 individui in totale; gli esemplari sono inclusi in 9 morfogeni comprendenti in totale 19 generi (Tabella 4).

Il monitoraggio concluso il 30/10/2024 ha riportato, per ogni sito, i seguenti morfogeni e generi (Tabella 4):

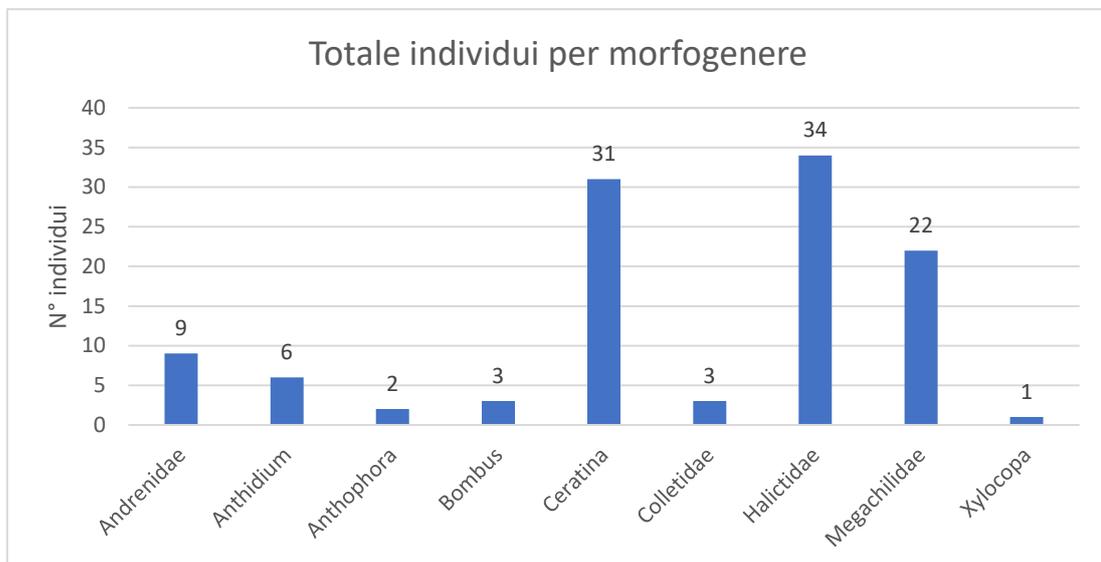
**Tabella 4 – Morfogeni e generi apoidei riscontrati dal monitoraggio.**

<i>Morfogenere</i>	<i>Genere</i>	<i>Sito</i>
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena</i>	MC1; MC2; MC5; MC7
<i>Anthidium</i>	<i>Anthidium; Afranthidium;</i>	MC2; MC3; MC4; MC7
	<i>Pseudoanthidium; Rhodanthidium</i>	
<i>Anthophora</i>	<i>Habropoda; Amegilla</i>	MC4; MC5
<i>Bombus</i>	<i>Bombus</i>	MC3; MC4; MC5
<i>Ceratina</i>	<i>Ceratina</i>	MC1; MC2; MC3; MC6; MC7
<i>Colletidae</i>	<i>Colletes; Hylaeus</i>	MC3; MC5; MC7
<i>Halictidae</i>	<i>Halictus; Lasioglossum</i>	Tutti i siti
<i>Megachilidae</i>	<i>Heriades; Hoplitis; Megachile;</i>	MC1; MC2; MC3; MC5;
	<i>Osmia; Protosmia</i>	MC6; MC7
<i>Xylocopa</i>	<i>Xylocopa</i>	MC5

I morfogeni più abbondanti sono rappresentati dal morfogenere *Halictidae*, *Ceratina* e *Megachilidae*, mentre meno rappresentati sono i restanti: *Andrenidae*, *Anthidium*, *Bombus*, *Colletidae*, *Anthophora*, *Xylocopa* (Figura 11).

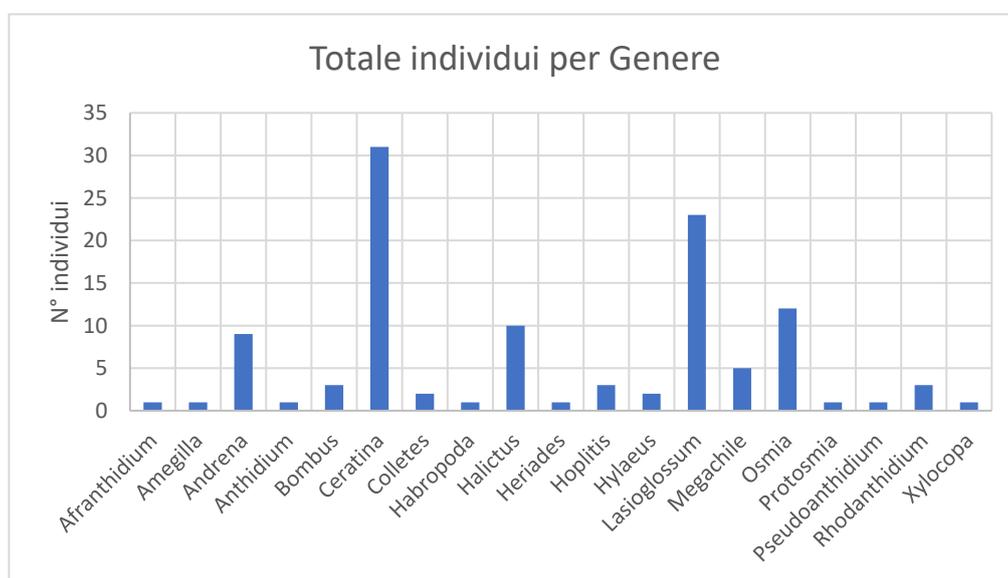
L'abbondanza totale dei generi riscontrati durante il monitoraggio mostra nel complesso che, in tutti i siti, il genere più abbondante è *Ceratina* (31 individui) seguito da *Lasioglossum* (23 individui) e da *Osmia* (12 individui) (Figura 12); per quanto riguarda i generi meno abbondanti risultano appartenenti al morfogenere *Anthophora* (*Amegilla* e *Habropoda*),

quattro generi appartenenti al morfogenere *Anthidium* (*Anthidium*; *Afrantheidium*; *Pseudoanthidium*; *Rhodanthidium*) (Figura 12).



**Figura 11** *Abbondanza complessiva per morfogenere, in tutti i siti, durante l'intero periodo di monitoraggio*

Il morfogenere *Halictidae* è il più diffuso, perché presente in ogni sito, mentre il meno rappresentato è il morfogenere, nonché genere *Xylocopa* rilevato solo in MC5 con un solo individuo (Figura 11).

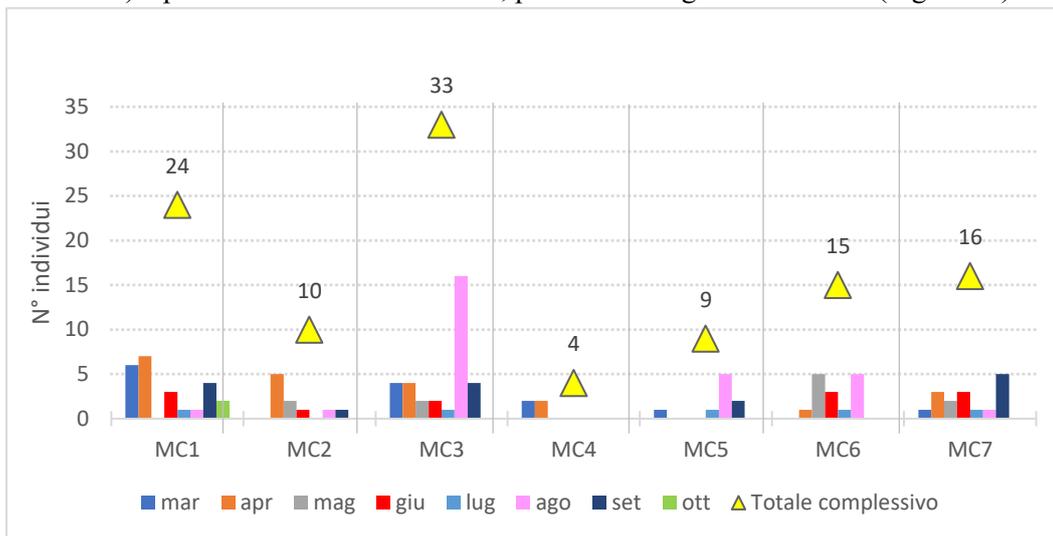


**Figura 12** *Abbondanza complessiva per genere, in tutti i siti, durante l'intero periodo di monitoraggio*

Di seguito si descriveranno i risultati in termini di singolo sito, riportando il numero dei generi catturati, l'andamento temporale delle catture e le specie con il relativo numero di fiori solitari ed infiorescenze, contati nel momento della posa delle pan traps.

#### 4.1 Risultati del monitoraggio

MC3 risulta il sito con più catture (33 individui) con catture costanti in tutto il periodo del monitoraggio; MC1 (24 individui) non presenta catture a maggio ed MC7 (16 individui) non presenta catture ad agosto. In MC4 sono stati catturati meno esemplari che in tutti gli altri siti con catture solo a marzo ed aprile. In MC6 (15 individui) si riscontrano catture da aprile ad agosto. In MC2 (10 individui) sono assenti catture a marzo, luglio ed ottobre. In fine in MC5 (9 individui) è presente una cattura a marzo, poi altre tra luglio e settembre (Figura 13)

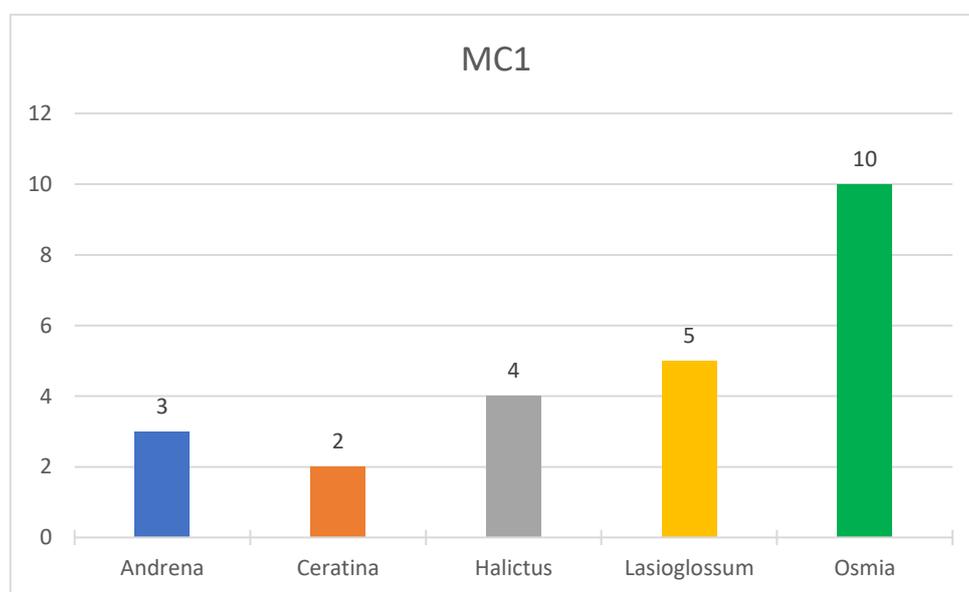


**Figura 13** Andamento delle catture per sito con abbondanza totale.

#### 4.1.1 MCI – Poggio

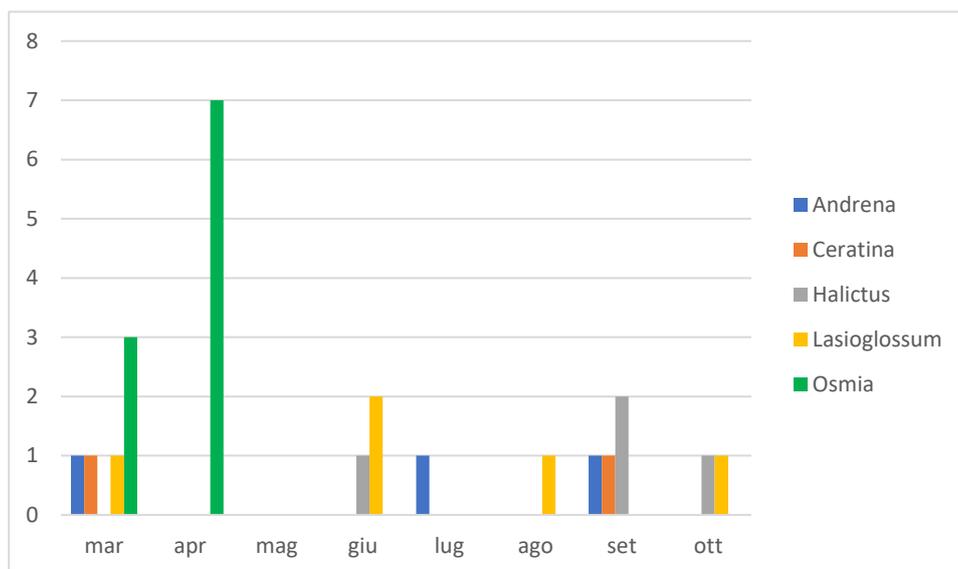
##### 4.1.1.1 Individui catturati

Nel sito MCI sono stati catturati 24 individui nell’arco di tutto il monitoraggio; i più abbondanti sono risultati del genere *Osmia* mentre i meno abbondanti sono appartenenti al genere *Ceratina* (Figura 14).



**Figura 14** *Abbondanza totale degli individui catturati in MCI.*

Notiamo come la presenza di *Osmia* sia concentrata all’inizio della stagione mentre *Lasioglossum* ed *Andrena* risultano presenti in diversi momenti della stagione; *Ceratina* viene



**Figura 15** *Andamento delle catture nell’arco del monitoraggio in MCI.*

rilevata in due periodi molto distanti, a marzo e settembre mentre *Halictus* a giugno e settembre (Figura 15).

#### 4.1.1.2 Specie vegetali e numero di fiori ed infiorescenze aperti

Il conteggio dei fiori aperti al momento del posizionamento delle trappole ha dato come risultato la presenza di 38 specie vegetali, appartenenti a 4 specie, con fiori solitari e 61 infiorescenze, appartenenti a 8 specie (Tabella 5).

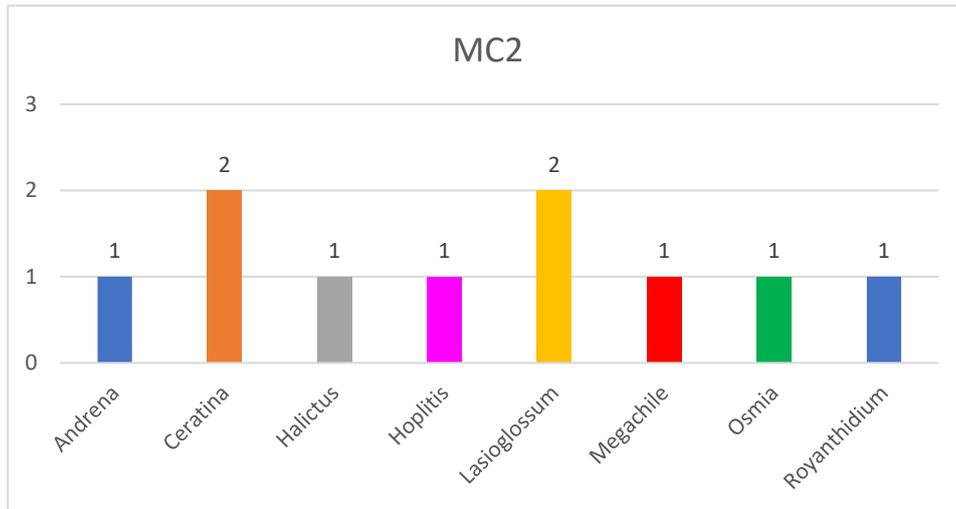
**Tabella 5 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC1.**

Data monitoraggio	Specie rilevata	N° fiori solitari	N° infiorescenze
21/03/2024	<i>Ophrys bombyliflora</i> Link		12
29/04/2024	<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>corniculatus</i>		2
29/04/2024	<i>Tordylium apulum</i> L.		3
29/05/2024	gen. <i>Blackstonia</i>	4	
29/05/2024	<i>Centaurium erithraea</i> Rafn		13
29/05/2024	<i>Micromeria graeca</i> (L.) Bentham		12
29/05/2024	<i>Linum strictum</i> L.		1
29/05/2024	<i>Origanum vulgare</i> L.		2
29/05/2024	<i>Bituminaria bituminosa</i> L.		16
29/05/2024	<i>Compositae</i> ssp.	1	
29/05/2024	<i>Centaurium pulchellum</i> (Swartz) Druce	4	
29/05/2024	<i>Pulicaria odora</i> (L.) Rchb.	29	
28/06/2024	n.r.		
30/07/2024	n.r.		
30/09/2024	n.r.		
30/10/2024	n.r.		

#### 4.1.2 MC2 – Pian dei ciliegi

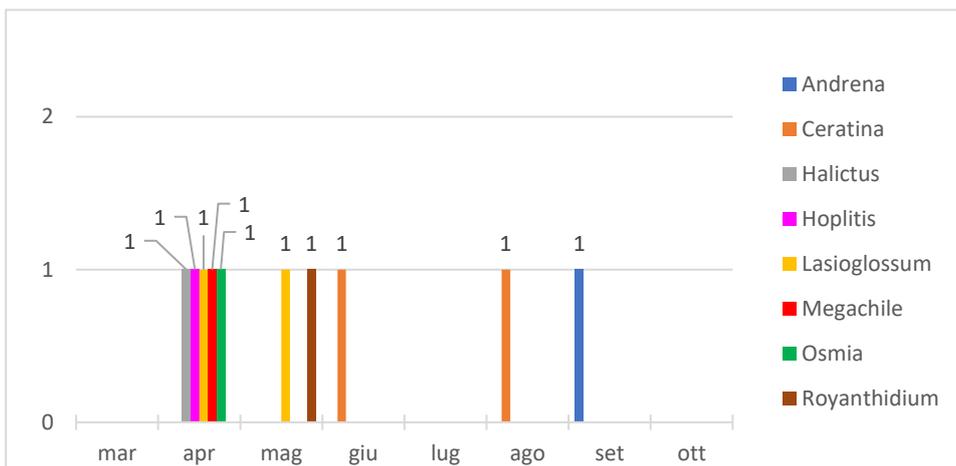
##### 4.1.2.1 Individui catturati

Nel sito MC2 sono stati catturati 10 individui nell'arco di tutto il monitoraggio; i più abbondanti sono risultati del genere *Ceratina* e *Lasioglossum* mentre i meno abbondanti sono appartenenti al genere *Andrena*, *Halictus*, *Hoplitis*, *Megachile*, *Osmia*, *Royanthidium* (Figura 16).



**Figura 16** *Abbondanza totale degli individui catturati in MC2.*

Notiamo dal grafico che ad aprile risultano catturate differenti specie per poi ritrovare *Lasioglossum* il mese successivo. *Ceratina* viene rilevata a giugno e agosto mentre *Andrena* soltanto a settembre (Figura 17).



**Figura 17** *Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC2.*

#### 4.1.2.2 Specie vegetali e numero di fiori aperti

Il conteggio dei fiori aperti al momento del posizionamento delle trappole ha dato come risultato la presenza di 12 fiori solitari appartenenti ad una specie e 43 infiorescenze appartenenti a cinque specie. Di seguito si riportano le date di monitoraggio con i fiori e le infiorescenze rilevate (Tabella 6).

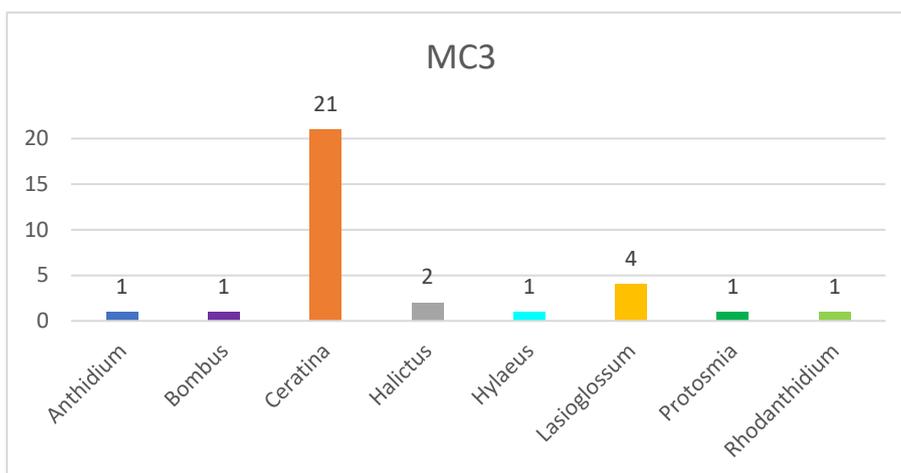
**Tabella 6 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC2.**

Data monitoraggio	Specie rilevata	N° fiori solitari	N°infiorescenze
21/03/2024	n.r.		
29/04/2024	n.r.		
29/05/2024	<i>Hedysarum coronarium L.</i>		7
29/05/2024	<i>Bituminaria bituminosa L.</i>		15
29/05/2024	<i>Asteracea ssp.</i>	12	
28/06/2024	<i>Scabiosa columbaria L.</i>		1
28/06/2024	<i>Bituminaria bituminosa L.</i>		16
30/07/2024	n.r.		
28/08/2024	n.r.		
30/09/2024	<i>Inula viscosa (L.) Aiton</i>		4
30/10/2024	n.r.		

#### 4.1.3 MC3 – Fonte d’olio

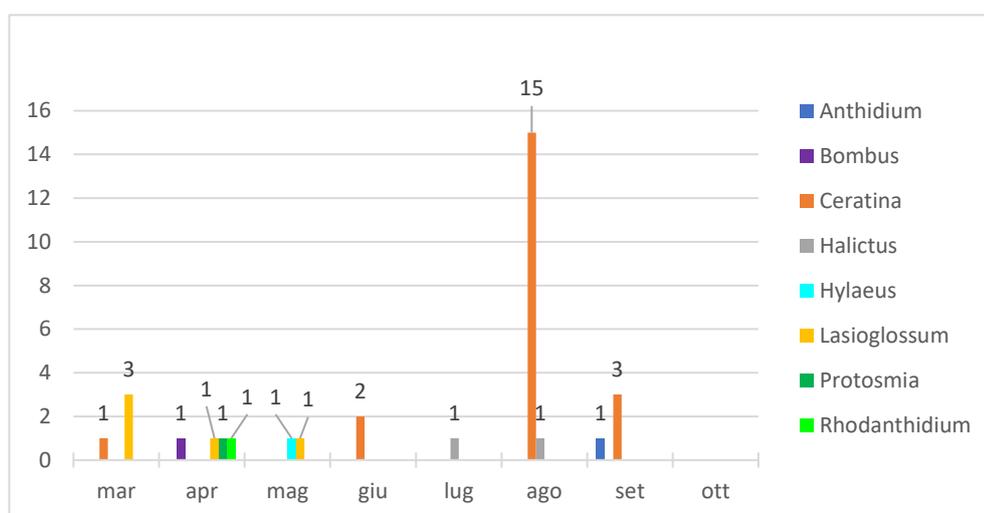
##### 4.1.3.1 Individui catturati

Nel sito MC3 sono stati catturati 32 individui nell’arco di tutto il monitoraggio; i più abbondanti sono risultati del genere *Ceratina* mentre i meno abbondanti sono appartenenti al genere, *Lasioglossum*, *Halictus*, *Anthidium*, *Bombus*, *Hylaeus*, *Protosmia*, *Rhodanthidium* (Figura 19).



**Figura 19** Abbondanza totale degli individui catturati in MC3

Dal grafico notiamo subito l'alta concentrazione ad agosto di *Ceratina*, che inizia ad essere rilevata già da marzo, assieme a *Lasioglossum* che si ritrova fino a maggio. *Halictus* viene rilevato solo a luglio ed agosto con un esemplare per mese, mentre *Bombus* *Protosmia* e *Rhodanthidium* solo ad aprile. *Andrena* si riscontra solo a settembre (Figura 18).



**Figura 18** Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC3.

#### 4.1.3.2 Specie vegetali e numero di fiori aperti

Il conteggio dei fiori aperti al momento del posizionamento delle trappole ha dato come risultato la presenza totale di 24 fiori solitari appartenenti a sette specie e 275 infiorescenze appartenenti a tredici specie. Di seguito si riportano le date di monitoraggio con i fiori e le infiorescenze rilevate (Tabella 7).

**Tabella 7 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC3.**

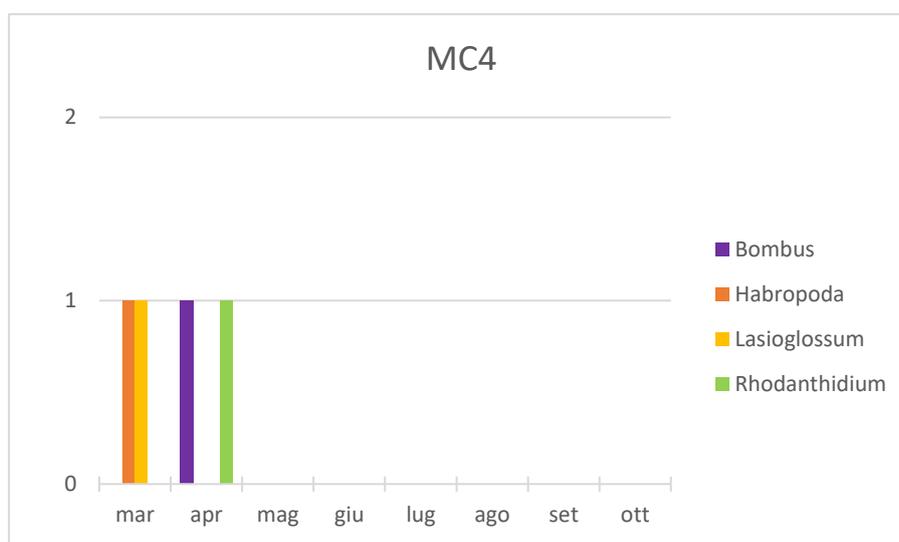
Data monitoraggio	Specie rilevata	N° fiori solitari	N° infiorescenze
21/03/2024	<i>Viburnum tinus</i> L.		2
21/03/2024	<i>Bellis annua</i> L.	2	
29/04/2024	<i>Allium roseum</i> L. subsp. <i>roseum</i>		1
29/04/2024	<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>hungarica</i> (Kárpáti) Soó		27
29/04/2024	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill subsp. <i>arvensis</i>		130
29/04/2024	<i>Sherardia arvensis</i> L.		2
29/04/2024	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke subsp. <i>vulgaris</i>	11	
29/04/2024	<i>Vicia sativa</i> L.	2	
29/05/2024	<i>Raphanum raphanistrum</i> L.	2	
29/05/2024	<i>Bituminaria bituminosa</i> L.		13
29/05/2024	<i>Rubus fruticosus</i> L.		1
29/05/2024	<i>Reseda lutea</i> L.		7
29/05/2024	<i>Rubia peregrina</i> L.		31
29/05/2024	<i>Fabaceae</i> ssp.		4
29/05/2024	<i>Asteracea</i> ssp.	2	
29/05/2024	<i>Cota tinctoria</i> L.	4	
28/06/2024	<i>Picris hieracioides</i> Sibth. & Sm.	1	
28/06/2024	<i>Bituminaria bituminosa</i> L.		31
28/06/2024	<i>Galactites tomentosus</i> Moench		3
30/07/2024	<i>Daucus carota</i> L.		5
28/08/2024	n.r.		
30/09/2024	<i>Inula viscosa</i> (L.) Aiton		18
30/10/2024	n.r.		

#### 4.1.4 MC4 – Passo del lupo

##### 4.1.4.1 Individui catturati

Nel sito MC4 sono stati catturati 4 individui nell'arco di tutto il monitoraggio; i generi riscontrati sono *Bombus*, *Habropoda*, *Lasioglossum*, *Rhodanthidium*. Ogni genere è rappresentato da un solo individuo.

Dal grafico notiamo una scarsità di cattura, che non determina una scarsità di apoidei, riscontrando la presenza a marzo ed aprile dei generi riportati (Figura 20).



**Figura 20** Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC4.

#### 4.1.4.2 Specie vegetali e numero di fiori aperti

Il conteggio dei fiori aperti al momento del posizionamento delle trappole ha dato come risultato la presenza di 72 fiori solitari appartenenti a quattro specie e 39 infiorescenze appartenenti a tre specie. Di seguito si riportano le date di monitoraggio con i fiori e le infiorescenze rilevate (Tabella 8).

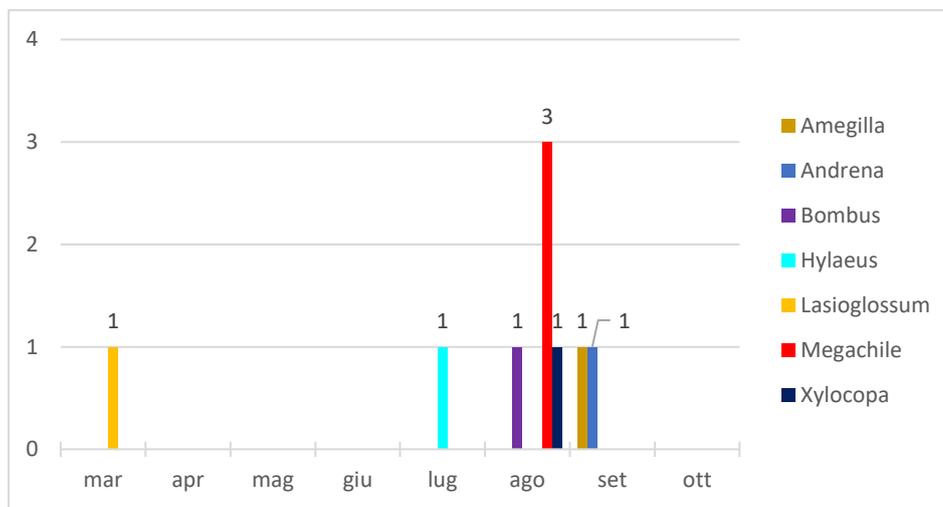
**Tabella 8 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC4.**

Data monitoraggio	Specie rilevata	N° fiori solitari	N° infiorescenze
21/03/2024	<i>Cistus sp. o Helianthemum sp.</i>	7	
29/04/2024	<i>Crepis sancta (L.) Bornm.</i>		7
29/04/2024	<i>Galium corrudifolium Vill.</i>	50	
29/04/2024	<i>Helianthemum nummularium (L.) Mill.</i>	10	
29/04/2024	<i>Micromeria graeca (L.) Bentham</i>		11
30/05/2024	<i>Bituminaria bituminosa L.</i>		21
30/05/2024	<i>Helianthemum nummularium (L.) Mill.</i>	5	
28/06/2024	<i>n.r.</i>		
30/07/2024	<i>n.r.</i>		
28/08/2024	<i>n.r.</i>		
30/09/2024	<i>n.r.</i>		
30/10/2024	<i>n.r.</i>		

#### 4.1.5 MC5 – *Calendula*

##### 4.1.5.1 Individui catturati

Nel sito MC5 sono stati catturati 9 individui nell'arco di tutto il monitoraggio; i generi riscontrati sono *Amegilla*, *Andrena*, *Bombus*, *Hylaeus*, *Lasioglossum*, *Megachile*, *Xylocopa*. Il più abbondante, con tre individui è *Megachile* mentre i restanti sono rappresentati da un individuo ciascuno (Figura 21). Dal grafico notiamo una sola cattura di *Lasioglossum* a marzo mentre il resto delle catture si concentrano nella parte finale del monitoraggio. Anche qui le catture non sono numerose rispetto ad altri siti, ma ritroviamo *Bombus* ad agosto assieme al genere *Megachile* e *Xylocopa*. Troviamo poi a settembre *Amegilla* ed *Andrena* (Figura 21).



**Figura 21** Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC5.

##### 4.1.5.2 Specie vegetali e numero di fiori aperti

Il conteggio dei fiori aperti al momento del posizionamento delle trappole ha dato come risultato la presenza di 136 fiori semplici appartenenti a cinque specie e 998 infiorescenze appartenenti a dieci specie vegetali. Di seguito si riportano le date di monitoraggio con i fiori e le infiorescenze rilevate (Tabella 9).

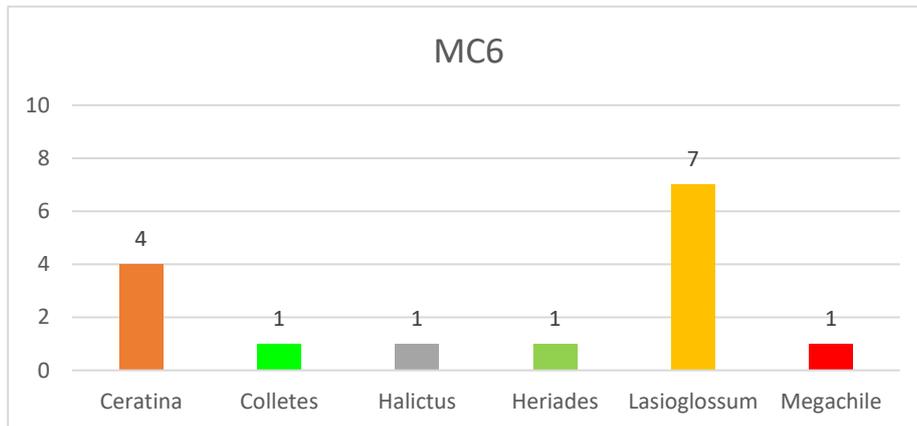
**Tabella 9 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC5.**

Data monitoraggio	Specie rilevata	N° fiori solitari	N° infiorescenze
21/03/2024	<i>Calendula ssp.</i>	13	
21/03/2024	<i>Cistus ssp.</i>	9	
29/04/2024	<i>Calendula suffruticosa Vahl subsp. fulgida (Raf.) Guadagno</i>		3
29/04/2024	<i>Crepis sancta (L.) Bornm.</i>		303
29/04/2024	<i>Gladiolus italicus Mill.</i>	4	
29/04/2024	<i>Hedypnois rhagadioloides (L.) F.W.Schmidt</i>		6
29/04/2024	<i>Helianthemum nummularium (L.) Mill.</i>	92	
29/04/2024	<i>Legousia hybrida (L.) Delarbre</i>	1	
29/04/2024	<i>Lotus ornithopodioides L.</i>		11
29/04/2024	<i>Micromeria graeca (L.) Bentham</i>		6
29/04/2024	<i>Muscari comosum (L.) Mill.</i>		6
29/04/2024	<i>Sanguisorba minor Scop.</i>		15
29/04/2024	<i>Sherardia arvensis L.</i>		10
29/04/2024	<i>Tordylium apulum L.</i>		508
30/05/2024	<i>Diplotaxis muralis (L.) DC.</i>	2	
30/05/2024	<i>Micromeria graeca (L.) Bentham</i>		3
30/05/2024	<i>Bituminaria bituminosa L.</i>		133
30/05/2024	<i>Helianthemum nummularium (L.) Mill.</i>	11	
28/06/2024	<i>n.r.</i>		
30/07/2024	<i>n.r.</i>		
28/08/2024	<i>n.r.</i>		
30/09/2024	<i>Asparagus acutifolius L.</i>	20	
30/10/2024	<i>n.r.</i>		

#### 4.1.6 MC6 – San Lorenzo

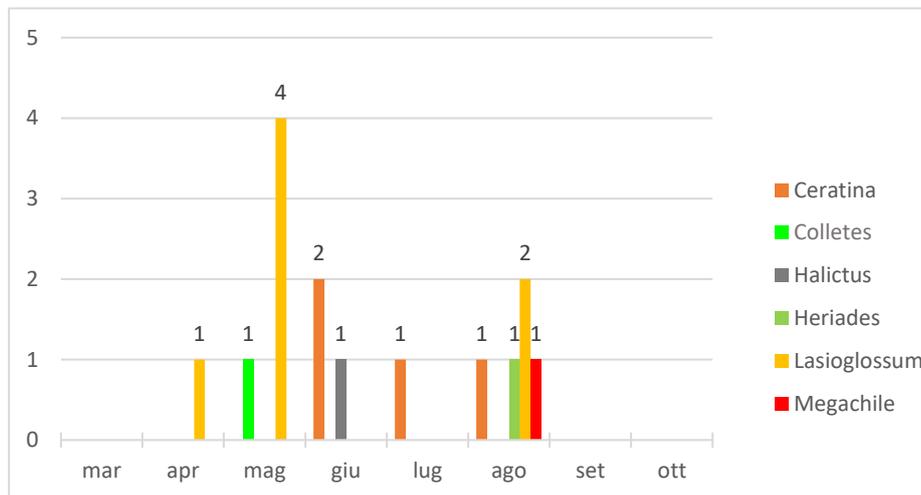
##### 4.1.6.1 Individui catturati

Nel sito MC6 sono stati catturati 15 individui nell'arco di tutto il monitoraggio; i più abbondanti sono risultati del genere *Lasioglossum* mentre i meno abbondanti sono appartenenti al genere, *Ceratina*, *Colletes*, *Halictus*, *Heriades*, *Megachile* (Figura 23).



**Figura 23** *Abbondanza totale degli individui catturati in MC6.*

Si evince come *Ceratina* e *Lasioglossum* siano stati rilevati in più momenti da aprile ad agosto, con la maggior presenza di differenti generi ad agosto (*Ceratina*, *Heriades*, *Lasioglossum*, *Megachile*) (Figura 22).



**Figura 22** *Andamento delle catture nell'arco del monitoraggio in MC6.*

##### 4.1.6.2 Specie vegetali e numero di fiori aperti

Il conteggio dei fiori aperti al momento del posizionamento delle trappole ha dato come risultato la presenza di 256 fiori solitari appartenenti a nove specie e 200 infiorescenze

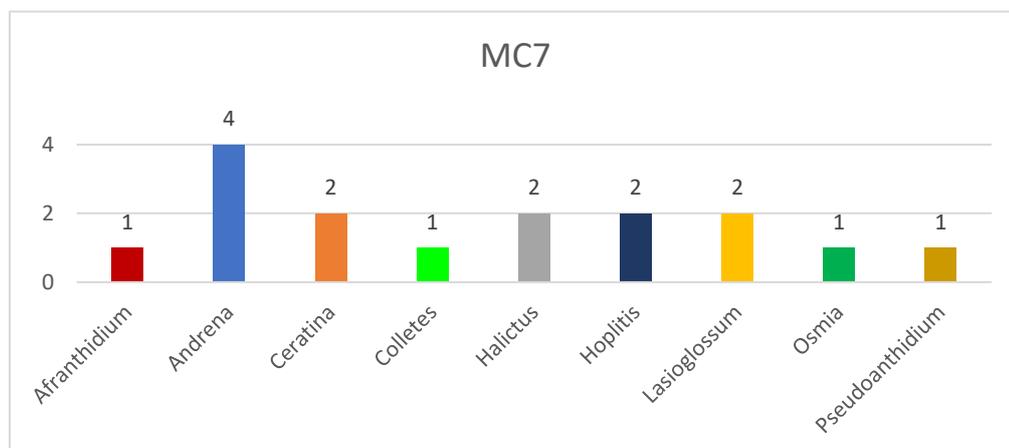
appartenenti a nove specie. Di seguito si riportano le date di monitoraggio con i fiori e le infiorescenze rilevate (Tabella 10).

**Tabella 10 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC6.**

Data monitoraggio	Specie rilevata	N° fiori solitari	N° infiorescenze
21/03/2024	<i>Sinapsis alba</i> L.		3
21/03/2024	<i>Veronica persica</i> Poir.	150	
21/03/2024	<i>Lamium purpureum</i> L.	25	
29/04/2024	<i>Lamium purpureum</i> L.	3	
29/04/2024	<i>Mercurialis annua</i> L.		19
29/04/2024	<i>Ranunculus bulbosus</i> L. cfr	35	
29/04/2024	<i>Sinapsis alba</i> L.		140
29/04/2024	<i>Sonchus oleraceus</i> L.		10
29/04/2024	<i>Veronica persica</i> Poir.	8	
30/05/2024	<i>Potentilla reptans</i> L.	22	
28/06/2024	<i>Crepis foetida</i> L.		4
28/06/2024	<i>Potentilla reptans</i> L.	5	
28/06/2024	<i>Centaurium maritimum</i> (L.) Fritsch	1	
30/07/2024	<i>Daucus carota</i> L.		1
30/07/2024	<i>Sambucus Ebulus</i> L.		2
28/08/2024	<i>Mellissa officinalis</i> L.		21
28/08/2024	<i>Silene</i> sp.	1	
30/09/2024	<i>Silene</i> sp.	2	
30/09/2024	<i>Mellissa officinalis</i> L.		4
30/10/2024	n.r.		

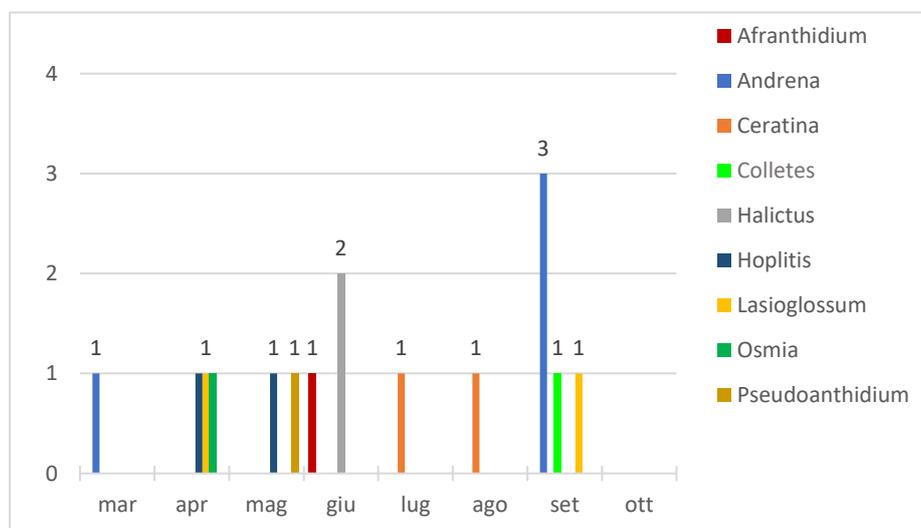
#### 4.1.7 MC7 – Montecolombo

##### 4.1.7.1 Individui catturati



**Figura 24** *Abbondanza totale degli individui catturati in MC7.*

Nel sito MC7 sono stati catturati 16 individui nell’arco di tutto il monitoraggio; i più abbondanti sono risultati del genere *Andrena* mentre i meno abbondanti sono appartenenti al genere, *Ceratina*, *Halictus*, *Lasioglossum*, *Hoplitis*, *Pseudoanthidium*, *Afranthidium*, *Osmia* (Figura 24).



**Figura 25** *Andamento delle catture nell’arco del monitoraggio in MC7.*

Dal grafico si evidenzia la presenza del genere *Andrena* a marzo e a settembre. Inoltre, in questo sito, è stata registrata un’elevata varietà di altri generi (9 in totale), soprattutto tra aprile maggio e giugno (Figura 25).

#### 4.1.7.2 Specie vegetali e numero di fiori aperti

Il conteggio dei fiori aperti al momento del posizionamento delle trappole ha dato come risultato la presenza di 57 fiori solitari appartenenti a quattro specie e 285 infiorescenze appartenenti a dieci specie. Di seguito si riportano le date di monitoraggio con i fiori e le infiorescenze rilevate (Tabella 11).

**Tabella 11 – Rilievo delle specie e numero di fiori ed infiorescenze aperti al momento del posizionamento delle pan traps nel sito MC7.**

<i>Data monitoraggio</i>	<i>Specie rilevata</i>	<i>N° fiori solitari</i>	<i>N° infiorescenze</i>
21/03/2024	<i>Calendula sp.</i>	33	
21/03/2024	<i>Cistus sp.</i>	22	
29/04/2024	<i>Allium roseum L. subsp. roseum</i>		1
30/05/2024	<i>Lotus herbaceus (Vill.) Peruzzi</i>		44
30/05/2024	<i>Bituminaria bituminosa L.</i>		122
28/06/2024	<i>Bituminaria bituminosa L.</i>		62
28/06/2024	<i>Scabiosa columbaria L.</i>		2
28/06/2024	<i>Ononis spinosa L.</i>		5
28/06/2024	<i>Origanum vulgare L.</i>		20
30/07/2024	<i>n.r.</i>		
28/08/2024	<i>Ononis spinosa L.</i>	1	
30/09/2024	<i>Inula viscosa (L.) Aiton</i>		22
30/10/2024	<i>Procera eupatoria Wallr.</i>		2
30/10/2024	<i>Inula viscosa (L.) Aiton</i>	1	
30/10/2024	<i>Daucus carota L.</i>		5

## 4.2 Generi catturati

Sono stati rinvenuti 19 generi in totale, di seguito descriveremo brevemente i principali generi più diffusi.

*Andrena* Fabricius, 1775 è il genere degli Imenotteri Apoidei appartenenti alla famiglia *Andrenidae*. Gli *Andrenidae* costituiscono una vasta famiglia di specie di api a ligula corta, comprendono circa 1500 specie, diffusa in tutti i continenti eccetto l'Oceania (Zandigiaco et al., 2013). È stata proposta una divisione in quattro sottofamiglie: *Alocandreninae*, *Andreninae*, *Panurginae* e *Oxaeinae* (Michener, 2007). Esse possiedono alcuni caratteri considerati primitivi, ad esempio la venatura alare notevolmente estesa, l'apparato boccale a ligula generalmente corta e appuntita, con palpi e articoli poco differenziati e altri più evoluti, come la pelosità del corpo e l'apparato di raccolta del polline sulle zampe (Zandigiaco et al., 2013). Ciò che caratterizza questo genere di Apoidei è la presenza di una doppia sutura sub-antennale; sono inoltre presenti le cosiddette fovee facciali, due aree compresse lungo il lato interno degli occhi composti. Queste sono ricoperte di una corta e vellutata tomentosità in *Andreninae*, si presentano invece glabre in *Panurginae* (Zandigiaco et al., 2013). Le dimensioni del corpo sono piccole o medie, generalmente comprese tra gli 8 e i 17 mm, e i maschi sono in genere più piccoli e snelli delle femmine. La maggior parte delle specie presenta il tegumento di colore nero o grigio, talvolta con zone rosse sull'addome. La pelosità in media è lunga e densa, in particolare nelle specie primaverili, e può interessare tutto il corpo, anche se di solito è più folta sul torace (Zandigiaco et al., 2013).

Tutte le specie di *Andrenidae* nidificano nel suolo, in cui scavano un passaggio principale in profondità e gallerie ramificate lateralmente, terminanti con celle singole o a grappolo, in genere a orientamento verticale (Michener, 2007). Ci sono specialisti che nidificano solo in terreni sabbiosi (Amiet, 2010). Non si conoscono specie sociali, ma possono verificarsi aggregazioni di nidi (Zandigiaco et al., 2013). La maggior parte delle specie vola in primavera, alcune fino ad agosto. I maschi di molte specie pattugliano lungo i cespugli o i margini della foresta o sopra lo strato erbaceo alla ricerca di femmine disposte ad accoppiarsi, dove depositano anche segni olfattivi su foglie e ramoscelli (Amiet, 2010).

*Anthophora* Latreille, 1803 è un genere degli Imenotteri Apoidei della famiglia *Anthophoridae*. L'etimologia della parola *Anthophora* è molto eloquente, questa infatti deriva dall'unione di due parole greche, anthos che significa "fiore" e phorei che significa "portare da un posto ad un altro". Un nome particolarmente adatto ad un genere che ospita numerose specie, circa 400. Questo genere può essere considerato cosmopolita in quanto distribuito un po' dappertutto, anche se prevalentemente incentrato nell'emisfero boreale (Michener, 2007).

Api di dimensioni medio-grandi o grandi (8-18 mm), robuste e con folta peluria. Hanno un volo molto rapido e a scatti, la ligula è molto lunga e spesso viene tenuta estroflessa durante il volo. Solitamente esiste una sola generazione all'anno, attiva in primavera o in estate, a seconda della specie (Amiet, 2010). Le specie di questo genere sono in grado di impiantare imponenti nidi dove la nidificazione realizzata è di tipo gregario e le femmine costruiscono i nidi nel terreno, nell'arenaria tenera o nel legno marcio (Amiet, 2010). Scavano brevi tunnel, al termine dei quali vengono create una o più camere per le celle. Generalmente le celle dei nidi vengono rivestite da un doppio strato di suolo compattato e internamente rivestito con il secreto della ghiandola di Dufour (<https://www.beewatching.it/impollinatore/anthophora>) Possono essere considerate poliletiche, con una preferenza per i fiori di *Labiatae*, *Leguminosae* e *Boraginaceae*. Il bottinamento, spesso, viene eseguito in volo stazionario, grazie alla ligula molto lunga (Erenler et al., 2016).

*Bombus* Latreille, 1802 è un genere degli Imenotteri Apoidei appartenente alla famiglia Apidae, comunemente noti come bombi, sono tra i più importanti ed efficienti impollinatori selvatici, nonché unico genere della tribù dei *Bombini*. I bombi sono caratterizzati da una colorazione gialla e nera a bande, anche se esistono specie tutte nere o con bande arancioni; sono generalmente di dimensioni maggiori della maggior parte degli apoidei: gli esemplari più piccoli, rappresentati dalle operaie e dai maschi variano dai 9 ai 16 mm, mentre le regine possono anche arrivare a 28 mm (<https://www.beewatching.it/impollinatore/bombus-bombi/>). La principale caratteristica è senz'altro la notevole peluria che li ricopre; infatti, questa funge da efficace mezzo di trasporto del polline da un fiore ad un altro. Anche i bombi, come le api domestiche, sono imenotteri podilegidi, ovvero impollinatori che trasportano il polline sulle zampe posteriori, per mezzo delle corbicole (Monterastelli, 2018). La peluria rappresenta per i bombi anche un mezzo per conservare calore consentendo loro di bottinare nelle ore più fredde, come al mattino presto e alla sera, rendendoli fra i pronubi più numerosi in aree montane (Frilli, 1986). I bombi sono un gruppo di apoidei sociali generalisti, raccolgono cioè il polline da differenti famiglie botaniche e possono essere considerati per poliletici (Ricciardelli D'Albore, 1985). Tuttavia, nonostante la predominanza di specie poliletiche, alcune di esse sembrano aver sviluppato una tipologia di dieta più ristretta. A causa della mancanza di dati di molte specie, non è ancora del tutto chiaro se questa tipologia di dieta sia una caratteristica o sia solo in funzione di specifiche condizioni locali. I bombi sono insetti sociali che vivono in piccole colonie, formate da pochi individui che generalmente non sopravvivono all'inverno. Gli unici esemplari che riescono a superarlo sono le femmine fecondate, che dopo la morte della colonia, cercheranno luoghi riparati dove trascorrere la

stagione avversa (piccole cavità nel terreno o negli alberi, tane di roditori). Queste altre non sono che future regine, le quali daranno vita ad una nuova colonia alla ripresa primaverile (Intoppa et al., 2009).

La regina esce quindi in primavera dai ricoveri entro i quali ha trascorso, in solitudine, i mesi invernali. Dopo essersi alimentata su fioriture precoci, quali i salici (*Salix* spp.) e le false ortiche (*Lamium* spp.), e aver scelto un opportuno sito in cui nidificare, inizia a deporre le uova. Da questa prima ovideposizione si origineranno femmine sterili (operaie) che si occuperanno dei lavori comunitari, mentre essa continuerà nel proprio compito, dedicandosi esclusivamente all'ovideposizione (Fortunato & Zandigiaco, 2012). Tra i bombi esistono anche casi di parassitismo sociale, in cui la specie parassita depone le proprie uova tra quelle dell'ospite, affidando l'incarico delle cure parentali alle operaie della specie parassitizzata (Intoppa et al., 2009). A tal proposito gli psitiri si comportano da parassiti sociali obbligati dei bombi. Questi assomigliano morfologicamente ai loro ospiti, dai quali si distinguono per alcune caratteristiche: sono privi della casta delle operaie e di strumenti di raccolta del polline; tuttavia, visitano i fiori per la raccolta di nettare, fungendo anch'essi da fuoriescono in primavera, più tardivamente rispetto alle regine dei bombi. Le femmine degli psitiri, a differenza di quelle dei bombi, non sono in grado di fondare una colonia propria; pertanto, ne ricercano una già attiva e, dopo averla usurpata anche parzialmente, depongono le proprie uova nelle cellette larvali degli ospiti (Fortunato & Zandigiaco, 2012). Le larve che ne fuoriescono vengono allevate dalle ignare operaie dei bombi; una volta raggiunto lo stadio adulto gli psitiri abbandonano il nido per condurre una vita indipendente e ricominciare il loro ciclo biologico. Ogni specie di psitiro ha come vittima una o poche specie di bombo; ad esempio, *Psithyrus bohemicus* è parassita di *B. lucorum*, mentre *P. vestalis* parassitizza sia *B. terrestris* che *B. lucorum* (Fortunato & Zandigiaco, 2012). Tratti distintivi: i bombi sono apoidei caratteristici spesso facilmente riconoscibili ad occhio nudo; tuttavia, non manca una notevole variabilità anche all'interno di questo genere, soprattutto concernente le dimensioni.

*Ceratina* Latreille, 1802 è un genere di Imenotteri Apoidei appartenente alla famiglia *Apidae*, comprendente oltre 200 specie. Sono generalmente api di piccole dimensioni (6-10 mm), chiamate anche piccole xylocope essendo di colore scuro, spesso brillante e metallico; sono anche dette api carpentiere nane per la biologia di nidificazione, ancora una volta, simile a quella delle xylocope. Sono presenti una generazione all'anno. Le api nascono in estate e spesso svernano in grandi gruppi negli steli cavi delle piante. Nidificano all'interno di fusti e steli cavi, in cui formano una serie sequenziale di 6-10 celle, divise tra loro da setti di fibre vegetali lavorate con la saliva (Minckley & Missouri., 1998). Il genere racchiude al suo interno

specie per la maggior parte monovoltine e poliletiche che si possono trovare sul territorio già da aprile/maggio fino a settembre ottobre, frequentano molti fiori se presenti nell'ambiente di nidificazione. Maschi e femmine di molte specie si possono distinguere per il disegno di colore bianco sul clipeo, che nei primi ha la forma di una "T" rovesciata mentre nella seconda di una "I" (Michener, 2007; <https://www.beewatching.it/impollinatore/ceratina>).

*Halictus* Latreille, 1804 è un genere di Imenotteri Apoidei appartenente alla famiglia *Halictidae*, comprende 179 specie appartenenti a 9 generi; in particolare, nel genere *Halictus* Latreille sono incluse 37 specie (Pagliano, 1995). Sono generalmente api di varie dimensioni, da piccole (4-5 mm) a medio grandi (14-16 mm), con colorazione da beige a marrone o nero, talvolta con riflessi metallici. Hanno mediamente dimensioni maggiori di *Lasioglossum*, da cui si differenziano per la presenza di bande di peli sia nella parte distale che in quella prossimale dei tergiti. (Michener, 2007; <https://www.beewatching.it/impollinatore/halictus>). Nidificano nel terreno e possono essere solitari, formare aggregazioni di nidi o anche colonie presociali (femmine fertili che condividono il nido) o eusociali (con vera e propria divisione in caste). Nelle colonie eusociali la regina esce in primavera e scava il nido in cui depone le uova, da cui nasceranno una o più generazioni di operaie. In tarda estate nascono i maschi e le nuove regine, che si accoppiano tra di loro. Le regine una volta fecondate entrano in diapausa fino alla primavera successiva. La maggior parte delle specie è poliletica, ma alcune mostrano una preferenza per una specifica famiglia di piante, in particolare quella delle *Asteraceae* (<https://www.beewatching.it/impollinatore/halictus>; Michener 2007).

*Hylaeus* Fabricius, 1793 è un genere di Imenotteri Apoidei appartenente alla famiglia *Colletidae*, comprende più di 500 specie. Gli individui di questo genere sono anche conosciuti come api mascherate (masked bees) o api faccia-gialla (yellow.faced bees). Queste maculature rappresentano inoltre un carattere diagnostico in più per distinguere i maschi dalle femmine, oltre al consueto numero di antenomeri. Infatti, i primi hanno generalmente una superficie uniforme biancastra che copre gran parte della parte anteriore del capo, le femmine presentano invece due sole macchie in prossimità degli occhi composti. Gli apoidei del genere *Hylaeus* sono di dimensioni piccole o molto piccole (3-6 mm), la cuticola tendenzialmente è nera o nera a bande gialle/bianche e assomigliano a delle piccole vespe, questa somiglianza è rafforzata dall'assenza della scopa, sono inoltre quasi del tutto glabre. Appartenendo a uno dei generi più primitivi ed essendo privi di strumenti di raccolta del polline e del nettare, utilizzano la borsa melaria per trasportarli; questi vengono poi rigurgitati dentro le cellette pedotrofiche come fonte di cibo per le larve. Sono cosmopoliti e hanno colonizzato tutti gli ambienti, nidificano

in cavità preesistenti, come steli cavi, piccoli fori nel legno e intercapedini di vario tipo e nei muri (<https://www.beewatching.it/impollinatore/hylaeus>; Michener, 2007).

*Lasioglossum* Curtis, 1833 è un genere di Imenotteri Apoidei appartenente alla famiglia *Halictidae*, è il più grande genere di Apoidei esistente, comprendente circa 1800 specie in tutto il mondo. È chiaro come da un numero così grande di specie derivi una altrettanto grande variabilità. La maggior parte delle specie ha dimensioni piccole o molto piccole (4-5 mm), alcune anche medie o medio grandi (7-9 mm). Hanno per lo più colorazione scura o nera, talvolta con riflessi metallici. Le femmine possono presentare la rima nell'ultimo tergite, come gli *Halictus*, da cui si distinguono per la presenza di frange di peli solo nella parte prossimale dei tergiti. Questo genere presenta spesso problemi di identificazione delle specie, sia per le piccole dimensioni degli individui che per la stretta somiglianza tra le specie e con quelle degli *Halictus*. La maggior parte delle specie di *Lasioglossum* nidifica nel terreno, ma alcune possono utilizzare anche i tronchi di alberi morti. Questo genere così vario è caratterizzato anche dalla presenza di una variabilità di tipo sociale; la maggior parte sono specie solitarie, alcune mostrano una forma primitiva di eusocialità, altre ancora sono specie cleptoparassite. Le dimensioni delle colonie sono quindi altrettanto diversificate, si va da piccole colonie di una regina e poche operaie, fino ad arrivare a colonie di 400 o più individui che similmente ad *Apis Mellifera* possono essere considerate perenni (Michener, 2007; <https://www.beewatching.it/impollinatore/lasioglossum/>).

*Osmia* Panzer, 1806 è un genere di Imenotteri Apoidei appartenente alla famiglia *Megachilidae*, comprende circa 350 specie, di cui 64 presenti in Italia. Anche in questo caso la variabilità all'interno del genere non manca, comprendono infatti specie di dimensioni medie o medio-piccole che vanno dai 6-8 mm fino a specie più grandi di 13-15mm; similmente ci sono specie particolarmente pelose, ma anche completamente glabre. Le colorazioni della cuticola possono essere molto diversificate, vanno dal verde, blu nero metallizzate e non, ma anche rosso ruggine; la tomentosità stessa può essere di vari colori: biancastri marroni, nero, arancione (<https://www.beewatching.it/impollinatore/osmia/>). Molto spesso le Osmie sono api corporatura robusta, con teste grandi e mandibole potenti. Nidificano in cavità preesistenti, ad esempio fusti di piante, canne, ma anche manufatti umani, che tappezzano con fango o materiale vegetale impastato con saliva; per questo motivo alcune specie vengono chiamate api muratrici. Altre ancora nidificano invece all'interno della cavità a spirale delle chioccioline vuote, usandole come tunnel (Grozdanic, S. & M. D. Bindley, 1969). I maschi sono quasi sempre più piccoli e spesso riconoscibili per un ciuffo di peli chiari sul clipeo, le femmine

sono provviste di una scopa ventrale che non sempre è facilmente visibile, tranne quando è carica di polline

Non è semplice definire univocamente se un genere sia, dal punto di vista dell'alimentazione, monolettico, oligolettico o poliletico e questo vale anche per le specie di *Osmia*; tuttavia, alcuni generi o specie sono stati studiati più a lungo di altri e quindi c'è la possibilità di accedere a conoscenze più approfondite. All'interno di *Osmia* troviamo infatti una grande varietà di preferenze alimentari. Sono presenti le oligolettiche in senso stretto, che bottinano cioè solo su un genere di piante, oligolettiche in senso lato, ovvero che bottinano su una sola famiglia di piante o al massimo su due o tre, talvolta anche dette mesolettiche; troviamo poi specie che bottinano su diverse famiglie di piante, ma mantengono una preferenza solo per una o due e quindi possono essere considerate poliletiche, ma con una certa preferenza per l'appunto e infine le poliletiche in senso lato cioè senza particolari preferenze. Il genere *Osmia* sta, per altro, avendo un notevole successo e interesse tra gli agricoltori, in quanto insetto impollinatore ampiamente diffuso negli areali italiani e di cui si conoscono bene le abitudini alimentari e di nidificazione, in particolare delle due specie *Osmia rufa* e *Osmia cornuta*. Infatti, a causa della rarefazione dei pronubi naturali nelle aree agricole, dovuta principalmente a tecniche colturali ancora troppo legate alla monocoltura e all'impiego di pesticidi, si è diffusa la pratica di allevare apoidei da utilizzare per l'impollinazione delle colture agricole (Velthuis & Van Doorn, 2006). Recentemente, ai classici servizi di impollinazione con l'utilizzo delle api mellifere (*Apis mellifera* L.) si sono affiancati quelli che promuovono l'uso di alcuni Imenotteri Apoidei, in particolare i Megachilidi (*Megachile rotundata* F.) e le osmie (*Osmia* spp.) (Bedini et al., 2009). Questo è possibile grazie alla relativa facilità con cui si possono indurre le specie di *Osmia* a nidificare in luoghi predisposti ad arte, alcune di esse sono caratterizzate da un forte gregarismo di nidificazione, tollerano temperature notturne anche al di sotto degli 0 °C e mantengono una capacità di volo anche intorno ai 10 °C. Tutti questi elementi stanno alla base dell'aumento di utilizzazione di questi insetti nell'impollinazione controllata (Marroni et al., 2007).

*Rhodanthidium* Isensee, 1927 è un genere di Imenotteri Apoidei appartenente alla famiglia *Megachilidae*, sottofamiglia degli *Anthidiini*. Morfologicamente e biologicamente parlando hanno molte similitudini agli apoidei del genere *Anthidium*, ai quali sono infatti filogeneticamente molto vicini. Il nome del genere deriva dalla colorazione più rossastra delle bande (rhodon in greco antico significa infatti "rosa") che a seconda delle specie possono interessare solo le zampe o anche l'intero corpo. Sono api di dimensioni da medie a grandi, con colorazione gialla e nera (o rossa e nera) e ricordano esteriormente le vespe

(<http://www.beewatching.it/impollinatore/rhodanthidium/>). Sono anche dette api cardatrici, perché le femmine nidificano in cavità precostituite (fori nei muri, fusti cavi, canne), tappezzando il nido con lanugine raccolta dalle piante (Litman, 2012).

*Xylocopa* Latreille, 1802 è un genere di Imenotteri Apoidei appartenenti alla famiglia *Apidae*, comprende circa 500 specie di cui solo 3 presenti in Italia. Il nome deriva dal greco antico: *xylōn* significa “legno” e *kóptō* “(io) taglio”, proprio per questo motivo queste api sono anche conosciute come api legnaiole o api carpentiere (carpenter bees). Esse, infatti, costruiscono i loro nidi scavando gallerie nel legno: le femmine aprono uno o più fori di ingresso perpendicolari alla superficie; quindi, scavano un tunnel ascendente ed eventualmente uno discendente, di solito più breve. All'interno del tunnel dividono le celle con pareti separatrici formati da frammenti di legno. Possono nidificare anche in gallerie precostituite, tipo fusti cavi o canne (Vicidomini, 2005). È il genere comprendente gli apoidei più grandi d'Europa, sono di dimensioni medie o molto grandi vanno dai 15 mm fino ad arrivare a 30 mm nelle specie più grandi. Possono avere colorazione molto varia, ma le tre specie italiane, sono tutte di colore nero brillante con riflessi dal marrone al violaceo e le ali scure con riflessi iridescenti. Presentano una forma non del tutto completa di socialità, ma molto vicina a poter essere considerata tale; la femmina fondatrice e la progenie, di entrambi i sessi, convivono nel nido per un certo periodo, dividendosi i compiti: la femmina fondatrice raccoglie polline e nettare, nutre la covata e la prole adulta. I figli, sia maschi che femmine, si occupano della pulizia e di fare la guardia al nido. Hanno una dieta assai diversificata, tanto da poter essere considerate poliletiche e hanno periodo di volo molto lungo. (<https://www.beewatching.it/impollinatore/xylocopa>). Tratti distintivi: a. 3 celle submarginali b. Specie grandi o molto grandi c. cuticola del corpo di colore nero o con riflessi metallici d. terza cella submarginale più grande delle prime due e. ali pigmentate, talvolta con riflessi violacei.

## Capitolo 5

### DISCUSSIONE

Dal monitoraggio è stato possibile riscontrare un totale di 111 individui apoidei catturati tra il 21/03/2024 ed il 30/10/2024, posizionando una volta al mese le pan traps nei sette siti descritti. Troviamo 19 generi in totale, riuniti in 9 morfogeneri. Ogni sito a se stante presenta un habitat differente, tranne per MC1, MC2 ed MC7 che ricadono sotto la classe europea di habitat: Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*); i siti MC3, MC5 sono entrambi contrassegnati come seminativo in rotazione (Biondi et al., 2009), ed MC6 in un ambiente ripariale di una strada comunale, al di fuori del perimetro del Parco Regionale Naturale del Monte Conero. MC4 ricade in un rimboschimento sempreverde a *Pinus halepensis* L., ma risulta un ambiente declive, esposto a sud, in cui prevalgono piante erbacee su substrato calcareo.

La specie apoidea predominante rinvenuta in MC1 (Poggio, An) (24 individui), *Osmia rufohirta*, è la conferma del fatto che questo sito fortemente antropizzato, sia idoneo alla presenza di questa specie che nidifica nei gusci di lumaca (Grozdanic, S. & M. D. Bindley, 1969), e meno idonea per altre specie di apoidei che invece nidificano scavando nel terreno. Infatti, il frequente calpestio degli escursionisti, il grufolamento dei cinghiali e le varie operazioni di ricostituzione dei sentieri, riscontrati lungo il monitoraggio al momento della messa a terra delle trappole, potrebbero aver influito sulla presenza di specie nidificanti nel terreno. Infatti, i generi *Andrena*, *Halictus* e *Lasioglossum* che nidificano nel suolo sono stati riscontrati con abbondanze molto limitate. Inoltre, l'area descritta presenta nelle immediate vicinanze alcuni tavoli pubblici per ristoro che indicano il passaggio e dunque il frequente calpestio da parte degli escursionisti.

Mentre nel sito MC2 (Pian dei ciliegi, Sirolo, An) (10 individui), un'altra prateria secondaria, non più gestita, è stata constatata una discreta variabilità di generi di apoidei. Le catture si concentrano nel primo periodo di monitoraggio e si rinviene la presenza costante di specie botaniche quali, *Bituminaria bituminosa* L. e *Hedisarum conorarium* L. (Sulla), due specie appartenenti alla famiglia delle *Fabaceae* che sono in genere foraggiate da specie medio grandi con ligula lunga. Tra gli individui di questo sito, ad esempio, troviamo *Megachile*

*parietina*, apoideo di medie dimensioni, particolarmente attratto dalle *Fabaceae* (Amiet et al., 2004) e altri apoidei selvatici come *O. rufohirta* e *Rhodanthidium septemdentatum* nidificanti in gusci di lumaca (Chui et al., 2022; Grozdanic, S. & M. D. Bindley, 1969), probabilmente presenti nei pressi del rimboschimento sempreverde a *Pinus halepensis* che circonda il sito. La maggior rappresentanza di generi come *Lasioglossum* e *Ceratina* potrebbe essere attribuibile allo stato di gestione del rimboschimento a *P. halepensis*: in questo sito, l'abbondante presenza di legno morto, tagliato e depositato nel suolo ha fornito un maggior numero di siti di nidificazione (cavità e suolo libero) andando a favorire questi due generi, piuttosto che altri come *Andrena*, *Megachile* e *Osmia*, generi di apoidei nidificanti rispettivamente nel terreno ed in cavità preformate. Infatti, una sovrabbondanza di ostacoli (fusti abbattuti e radici in decomposizione) in una determinata area, potrebbero limitare la quantità di terreno libero utilizzabile. J. Cane, (1991) evidenzia nel suo studio come la grandezza dell'apoideo, e la profondità di nidificazione siano correlati al tipo di substrato in cui esso nidifica: a dimensioni maggiori sembra correlato un substrato più argilloso, mentre un corpo più piccolo predilige suoli più sabbiosi. Considerando questo, il rimboschimento circostante di conifere potrebbe favorire la presenza di specie nidificanti nel terreno di piccole dimensioni (*Lasioglossum*) in quando avrebbero a disposizione una maggiore superficie libera per la nidificazione, rispetto a specie di maggiori dimensioni (*Andrena*) che invece necessitano di un maggior spazio libero privo di ostacoli. Mentre *Megachile* e *Osmia* in questo sito potrebbero trovare spazi e risorse per la nidificazione come resine di *Pinus* ssp. (Chui et al., 2022).

Nel sito MC3 (Fonte d'olio, Sirolo, An) (32 individui), dove è stato catturato un numero maggiore di esemplari, è presente un habitat molto differenziato ai margini, con filari decidui a *Robinia pseudoacacia* L. e *Quercus virgiliana* L., insieme a vari arbusti che hanno invaso l'appezzamento a seminativo con specie come *Viburnum tinus* L. ed altre infestanti come *Rubus fruticosus* L.; La ex cava nei pressi del sito potrebbe ospitare un sito di nidificazione, per la presenza di terreno libero, e la presenza di *Rubus* ssp. è correlata a *Ceratina cucurbitina* che nidifica principalmente negli steli di questo genere (Terzo M. & Rasmont P., 2011).

Il sito MC4 (Passo del lupo, Sirolo, An) (4 individui) è stato il sito con meno catture, nonostante siano presenti discrete risorse di foraggio. Troviamo *Bombus terrestris* ed *Habropoda tarsata*, specie poliletiche, nidificanti nel terreno, probabilmente attratte da Fabaceae come *B. bituminosa*. Il sito MC4 molto vicino al sito MC5 (Calendula, Sirolo, An) potrebbe aver subito la competizione della vegetazione in fioritura. Infatti, le catture, soprattutto in MC5, sono state superiori nel periodo di maggiore assenza di specie botaniche

in fase di fioritura; considerando che questo sito è caratterizzato da fioritura densa di *Calendula* ssp. è possibile che gli apoidei siano stati più attratti dalle fioriture piuttosto che le trappole attrattive. Si ritrova *Bombus terrestris* come in MC4 e vari *Megachile* ssp., genere poliletico che foraggia su le specie offerte dall'ambiente (Amiet et al., 2004).

In MC6 (San Lorenzo, Sirolo, An) (15 individui), come abbiamo detto sito caratterizzato da un ambiente ripariale, presenta diversi individui di *Lasioglossum* e *Halictus* oltre a generi che nidificano in cavità; ad esempio, la presenza di *Heriades* che nidifica in nidi di scarabeo e fusti di piante (Amiet et al., 2004), è dovuta alla ricca presenza ai lati del sito di canne (*Arundo donax* L.) e dalla presenza di specie di *Quercus* ssp.; questo genere foraggia su *Asteraceae* ssp., nidificando a volte in vecchi nidi, una volta ripuliti dal polline rimasto ed i residui di bozzolo. Tenendo conto che questo tipo di ambiente viene sfalciato per la manutenzione dei bordi stradali, favorire l'ampia diversità di specie vegetali può favorire le specie di apoidei, soprattutto le univoltine (come *Ceratina* ssp. o *Heriades* ssp.) che risultano svantaggiate negli ambienti a bordo strada (Dietzel et al., 2024).

In MC7 (Monte Colombo, Sirolo, An) la presenza circostante di habitat aperti garantisce una buona presenza di foraggio. La prateria chiusa continua di *Inula viscosa* (L.) Aiton, situata nelle immediate vicinanze del sito, rappresenta una buona risorsa foraggera grazie alla predominanza di questa specie. Nei dintorni del sito si rinvencono anche specie di *Rubus* ssp. che potrebbero attirare generi come *Ceratina*. Inoltre, è interessante notare che *Spartium junceum*, pur non essendo particolarmente visitato da molte specie impollinatrici, è frequentato da *Xylocopa* ssp. e *Osmia* ssp. (Galloni et al., 2008).

Gli habitat che sono stati oggetto di monitoraggio presentano attorno altri habitat in cui potenzialmente gli apoidei possono trarre spazi per la nidificazione e risorse per il foraggiamento. Alcuni siti (MC1, MC2 ed MC7) ricadono sotto la associazione *Convolvulo elegantissimi-Brometum erecti*, Biondi 1986, presente in habitat di interesse europeo sotto la definizione di Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*), che rappresentano delle praterie secondarie (ora non più sotto gestione antropica) utili alla fauna apoidea per il foraggiamento. In altri siti prevale la componente antropica, come in MC5 ed MC6 in cui nel primo ricade in un appezzamento classificato come seminativo, attualmente gestito dai proprietari, mentre nel secondo, l'ambiente è caratterizzato da una strada ed un fosso, con terreno declive scoperto. In questi due non sono rinvenibili associazioni fitosociologiche dai dati della Regione Marche, se non per MC5 presente in un seminativo in rotazione ed MC6 che ricade oltre il perimetro del Parco Regionale del Monte Conero. Comunque, la gestione (del privato e del comune di Sirolo) con

sfalci ripetuti contribuiscono al mantenimento di suolo libero e favoriscono la presenza di piante erbacee che forniscono foraggio durante la stagione riproduttiva, abbattendo i costi di volo e migliorando l'efficacia del volo che garantisce la sopravvivenza degli apoidei (Zurbuchen et al., 2010).

La maggior parte delle api catturate sono di piccole dimensioni (*Halictidae*, *Ceratina*, *Colletes*) e parecchie si riscontrano con possibili forme sociali (*Lasioglossum*, *Halictus*, *Ceratina* e *Xylocopa*). Le api che nidificano nel suolo sono *Andrena*, *Anthophora*, *Halictus*, *Lasioglossum*, mentre quelle che nidificano nelle cavità preesistenti sono *Hylaeus*, *Ceratina*, *Megachile*, *Osmia* e vari Anthidini (*Anthidium*, *Pseudoanthidium*, *Rhodanthidium*). Esempi di Megachilidae, come le tribù di Osmini, Anthidini e Megachilini, preferiscono specie vegetali appartenenti alle famiglie di *Lamiaceae* e *Fabaceae* (Litman, 2012) su cui foraggiare polline e nettare. Per la nidificazione, gli Osmini e Megachilini, utilizzano svariati materiali per la costruzione del nido (resine, foglie, petali), mentre gli Anthidini si suddividono tra specie che raccolgono resina e quelle che raccolgono fibre vegetali (come i pappi delle *Asteraceae*) (Litman, 2012). In ogni sito si evidenzia come, a partire da luglio circa, vengano a mancare rilevamenti di piante fiorite, con una ricchezza molto bassa di fioritura nella fase finale della stagione. A supporto degli apoidei è importante garantire un foraggiamento nella fase iniziale e finale della stagione per permettere alla popolazione di aumentare, come descritto in Capera Aragonés et al., (2024), con la possibilità, da parte del parco del Conero, di garantire un servizio ecosistemico ai terreni agricoli limitrofi. Alcuni studi dove si valutano le specie vegetali più attrattive per la fauna apoidea (Kuppler et al., 2023; Nichols et al., 2019; Warzecha et al., 2018) si riscontrano specie come *Lotus corniculatus*, *Daucus carota*, *Sinapis arvensis*, *S. alba*, *Origanum vulgare*, *Helianthemum nummularium* (visitato mediamente) ed *Ononis spinosa* che sono presenti anche nei siti di monitoraggio. Nelle praterie calcaree si ritrovano piante specialiste come *Bromus erectus* (che dà il nome alle associazioni vegetali) ma anche *Origanum vulgare*, *Ononis spinosa* ed *Helianthemum nummularium* (Krauss et al., 2004) mentre *Lotus corniculatus* e *Daucus carota* risultano essere diffuse in diversi habitat (Krauss et al., 2004). I generi di *Inula* in Italia (nel caso specifico *Inula viscosa* L.) si adattano a suoli calcarei-calcareo/silicei ed è molto diffusa in MC7, che vede anche una associazione limitrofa di *Senecio erucifolii-Inuletum viscosae*. *Inula viscosa* L. risulta essere ricca di polline ed è visitata molto dalle api mellifere soprattutto a fine stagione (Wacquant, 1990) dato il periodo di fioritura che va da agosto a ottobre (Parolin et al., 2014). Anche per la fauna apoidea selvatica rappresenta una risorsa alimentare importante, come per *Andrena pellucens*, che è stata trovata per un totale di 3 individui alla data di monitoraggio del 30/09/2024, la quale vede

il suo ciclo biologico arrivare fino a periodi tardo estivi (Gogala, 2011) e presente in ambienti xerici come le praterie secche delle alpi svizzere (Praz et al., 2023). La presenza di *Robinia pseudoacacia* L. sostiene soprattutto specie di grandezze elevate (Hausmann et al., 2016), capaci di raggiungere il nettario grazie alla ligula lunga; se non venisse regolata la sua diffusione potrebbe invadere le praterie riducendo la presenza di specie vegetali mellifere. Presente in vari siti di monitoraggio *Spartium junceum* L. non risulta una pianta molto visitata da Apoidei, in quanto la sua secrezione di nettare sembra randomica (Galloni et al., 2008) con apparente adattamento ad insetti imenotteri ben definiti come *Xylocopa* ssp. che sembra essere il genere prediletto da questa specie vegetale (van der Pijl, 1972).

I suoli calcarei che caratterizzano le praterie secondarie in questione presentano determinate specie vegetali, soprattutto se consideriamo le associazioni in cui i siti ricadono. Il terreno quindi, in base alle sue caratteristiche, influisce sulla presenza di determinati generi, come ad esempio *Colletes*, *Halictus*, *Andrena*, e *Habropoda* che nidificano nel suolo, prediligendo soprattutto quelli sabbiosi (J. Cane, 1991), in contrasto con i suoli marnoso calcarei (ricchi di argille) del territorio del Parco del Conero (Marmoni et al., 2023). Da questo si potrebbe dedurre la possibilità che questi generi nidifichino nel suolo in rifugi scavati da altre specie. La presenza di *Pinus halepensis* potrebbe garantire il rifornimento di resina da parte di alcune api selvatiche. Chui et al., (2022) cita la specie *Rhodanthidium septemdentatum* (presente negli esemplari catturati) come utilizzatore di resine per chiudere i gusci di lumaca che fungono da nidi. Altri Anthidini, invece, utilizzano la resina come colla per porre materiale di mimetizzazione, come rocce o pezzi di legno, per evitare parassitizzazioni ed eventuali predatori; inoltre altre specie di api selvatiche che nidificano nel suolo, sfruttano la resina, anche impastata con foglie, per ricoprire le cellette (Chui et al., 2022). Gli habitat limitrofi ai siti di monitoraggio, costituiti da pendenze e cavità di vario tipo potrebbero essere validi siti di nidificazione in quanto nella maggior parte delle praterie in cui è stato fatto il campionamento risulta ricoperto da specie erbacee mancando di suolo spoglio, una caratteristica necessaria a favorire la nidificazione delle specie “minatore”, le quali sono positivamente correlate all’area di suolo privo di vegetazione (Potts et al., 2005). Anche le abitazioni private costituiscono un potenziale sito di nidificazione (Buchholz & Egerer, 2020), per la potenziale presenza di foraggio, dovuta ad eventuali specie orticole o da frutto presenti nei giardini o orti privati.

## Capitolo 6

### CONCLUSIONI

Il Parco del Monte Conero risulta un parco naturale disturbato, in varia misura, dall'attività antropica dove al suo interno troviamo terreni agricoli gestiti secondo i vincoli ambientali del parco, oltre a vari centri abitati nonché le infrastrutture stradali. Le praterie secondarie e gli habitat nei quali è stato effettuato il monitoraggio hanno necessità di essere mantenuti per sostenere la fauna apoidea, questione di interesse comune, affinché si possa garantire la conservazione degli habitat ed il servizio di impollinazione. Questo è possibile se le praterie vengono conservate con sfalci o pascolamenti bilanciati, atti a garantire il minor disturbo possibile per l'entomofauna, ed in particolare della fauna apoidea. Le pan traps probabilmente sono state influenzate dalla vegetazione attorno, con le relative fioriture. Infatti, nelle immediate vicinanze di alcuni siti (MC3, Fonte d'olio - MC6, San Lorenzo) si denota la presenza di filari decidui a *Robinia pseudoacacia*, pianta mellifera, molto attrattiva soprattutto per quelle specie a ligula lunga che riescono a raggiungere il nettario, caratterizzato da una lunghezza elevata, in quanto leguminosa. Infatti, si riducono le catture congiuntamente all'aumento di fioritura. Questo è probabilmente dovuto alle pan traps che perdono di efficacia all'aumentare della fioritura circostante, soprattutto in luoghi come praterie e pascoli (Templ et al., 2019).

Considerando che, in media, il raggio di volo delle api selvatiche varia dai 100-200 m per le specie piccole fino a superare i 1100 m per le specie grandi (Zurbuchen et al., 2010), possiamo ipotizzare che gli esemplari trovati nidifichino entro queste distanze. È in quest'area, infatti, che si concentrano le risorse per la nidificazione, permettendo poi alle api di raggiungere gli habitat di foraggiamento, quali le praterie secondarie. Le strategie di conservazione devono considerare quindi i "costi energetici" di volo delle specie di apoidei, cercando di mantenere gli habitat di foraggiamento il più vicino possibile ai siti di nidificazione, garantendo così anche il successo di volo e l'aumento del numero di nidi predisposti (Zurbuchen et al., 2010).

Questo potrebbe contribuire a mantenere il servizio ecosistemico di impollinazione e favorire le colture agrarie presenti nel territorio del Parco Regionale Naturale del Monte Conero, che ricordiamo occupano il 54% circa della superficie del parco.

Il monitoraggio rappresenta il primo di una serie che permetterà di ottenere dati affinché possa migliorare la gestione del territorio, sia dal punto di vista ambientale che agricolo, migliorando i piani di gestione del Parco del Monte Conero, le praterie secondarie e gli habitat limitrofi garantendo la conservazione della biodiversità. A fronte della efficacia limitata delle pan traps in habitat in cui sono presenti abbondanti fioriture, i monitoraggi futuri potrebbero trarre beneficio dalla combinazione del metodo dei transetti con quello delle pan traps: questa integrazione permetterebbe di ottenere una rappresentazione più completa delle specie presenti in diversi habitat, migliorando la precisione nella stima della presenza e della ricchezza della fauna apoidea (Templ et al., 2019).

## Capitolo 7

### RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la professoressa Sara Ruschioni per avermi dedicato il suo tempo, la pazienza e la possibilità di partecipare al progetto “*Seeds & Bees*” e di farne oggetto per l’esame finale del mio percorso di laurea. La sua passione e le sue lezioni, come la sua meraviglia per le api e la natura sono state contagiose e decisive su ciò in cui ho voluto spendere quasi un anno della mia vita. Ringrazio il correlatore Lorenzo Corsi per avermi seguito nell’operatività del monitoraggio, nella scrittura della tesi e di tutti i suoi consigli. Ringrazio Simone Meacci per avermi aiutato nell’identificazione degli esemplari catturati durante il monitoraggio ed a Giorgio Sperandio per avermi aiutato con le mappe di descrizione in Qgis.

Ringrazio la perseveranza e la lealtà agli impegni che intraprendo insegnatami da mio padre; ringrazio Tommaso, mio fratello, ed Eleonora, la mia compagna, per aver speso tempo ed energie a leggere la tesi, cercando di decifrare i miei pensieri e facendomi notare quanto fossero contorti (oltre che di quante poche virgole uso e di quanto abuso dei punti e virgola); ringrazio le parole spese con chi mi ha voluto ascoltare, perché le vostre domande mi hanno aiutato a chiarire questioni, ma soprattutto hanno arricchito questa tesi di tante idee; ringrazio Francesca, la mia psicoterapeuta, che mi ha accompagnato lungo il percorso di laurea: di lei avrei passato il tempo senza dare il giusto valore a me stesso, al mio lavoro e chi mi ha aiutato, anche solo indirettamente; ringrazio tutti i colleghi della Cima, dal primo all’ultimo con cui ho passato il mio ultimo giorno di lavoro: con loro ho speso forse il periodo lavorativo della mia vita più divertente di sempre, sarà qualcosa che non scorderò mai (sono sicuro che verrà fuori tutto ciò che ricordo quando la demenza senile mi colpirà); in fine ringrazio me stesso per ciò che ero, per ciò che sono e per qualsiasi cosa io sarò, per aver scelto questo percorso di laurea, per averlo finito e per tutte le capacità che ho scoperto di avere.

## BIBLIOGRAFIA

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Amiet, F. (A c. Di). (2010). *Apidae. 6: Andrena, Melitturga, Panurginus, Panurgus / Felix Amiet*. Centre suisse de cartographie de la faune.
- Amiet, F., Herrmann, M., Müller, A., & Neumeyer, R. (2004). *Apidae 4: Anthidium, Chelostoma, Coelioxys, Dioxys, Heriades, Lithurgus, Megachile, Osmia, Stelis*. *Fauna Helvetica* 9, 273 pp. In German and French.
- Banaszak, J., & Twerd, L. (2018). Importance of thermophilous habitats for protection of wild bees (Apiformes). *Community Ecology*, 19(3), 239–247. <https://doi.org/10.1556/168.2018.19.3.5>
- Banaszak-Cibicka, W., & Żmihorski, M. (2012). Wild bees along an urban gradient: Winners and losers. *Journal of Insect Conservation*, 16(3), 331–343. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9419-2>
- Banaszak-Cibicka, W., & Żmihorski, M. (2020). Are cities hotspots for bees? Local and regional diversity patterns lead to different conclusions. *Urban Ecosystems*, 23(4), 713–722. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-00972-w>
- Barrable, A., Friedman, S., & Beloyianni, V. (2024). Nature connection in adulthood: The role of childhood nature experiences. *People and Nature*, 6(4), 1571–1580. <https://doi.org/10.1002/pan3.10657>

- Bartholomée, O., Aullo, A., Becquet, J., Vannier, C., & Lavorel, S. (2020). Pollinator presence in orchards depends on landscape-scale habitats more than in-field flower resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 293, 106806. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106806>
- Batáry, P., Dicks, L. V., Kleijn, D., & Sutherland, W. J. (2015). The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conservation Biology*, 29(4), 1006–1016. <https://doi.org/10.1111/cobi.12536>
- Bedini, G., Felicioli, A., Filippi, L., Pinzauti, M., & Quaranta, M. (2009). *Le Api: Importanti apoidei nel Parco del Beigua*. Ente Parco del Beigua.
- Bingham, C. T., & Morley, C. (1897). *Hymenoptera...* (Vol. 1). Taylor & Francis. <https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=jccYAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=hymenoptera&ots=WoUDBddotl&sig=b0L7UHeOsTmyeaMImxWJYGFFPjc>
- Biondi, E., & Baldoni, M. (1995). *A possible method for geographic delimitation of phytoclimatic types: With application to the phytoclimate of the Marche region of Italy*. 15, 15–28.
- Biondi, E., C. Blasi, S. Burrascano, S. Casavecchia, R. Copiz, E. Del Vico, D. Galdenzi, D. Gigante, C. Lasen, G. Spampinato, R. Venanzoni, L. Zivkovic., N. Abdelahad, M. Aleffi, M. Allegrezza, G. Alongi, C. Andreis, S. Assini, G. Bacchetta, ... D. Viciani. (2010). *Manuale italiano di interpretazione degli habitat (Direttiva 92/43/CEE)*.
- Biondi, E., Casavecchia, S., Angelini, E., Bianchelli, M., Pesaresi, S., & Pinzi, M. (2009). *CARTA DELLA VEGETAZIONE (FITOSOCIOLOGICA)* [Mappa].
- Biondi, E., Gubellini, L., Pinzi, M., & Casavecchia, S. (2012). The vascular flora of Conero Regional Nature Park (Marche, Central Italy). *Flora Mediterranea*, 22, 67–167. <https://doi.org/10.7320/FIMedit22.067>

- Bogusch, P., Amirmohammedi, F., Benda, D., Roller, L., Sakaki, S., & Petr, L. (2022). Difference in pollen specialisation in spring bees *Andrena vaga* (Andrenidae) and *Colletes cunicularius* (Colletidae) during their nesting season. *Arthropod-Plant Interactions*, *16*(5), 459–467. <https://doi.org/10.1007/s11829-022-09910-3>
- Bogusch, P., Hlaváčková, L., Rodriguez Gasol, N., & Heneberg, P. (2020). Near-natural habitats near almond orchards with presence of empty gastropod shells are important for solitary shell-nesting bees and wasps. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *299*, 106949. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106949>
- Boschetti, M., Quaranta, M., Pannini, A., Pauly, A., & Petroni, G. (2017). *Wild bees of the dunes: First record of Lasioglossum littorale (Blüthgen 1924) in an Italian protected area and evaluation of potential competition with honeybees.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29929.95849>
- Braun-Reichert, R., Koch, A., Sattler, J., & Poschlod, P. (2024). The loss of forest gaps, changes of vegetation and wild bee communities from 1975 to 2020 – increasing numbers of endangered wild bee species despite negative habitat trends in the Danube valley. *Forest Ecology and Management*, *562*, 121968. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121968>
- Bricca, A., Deola, T., Zerbe, S., Bagella, S., Riviaccio, G., Wellstein, C., & Bonari, G. (2024). Higher levels of protection do not consistently improve habitat quality: Insights from Mediterranean and Alpine shrublands. *Biological Conservation*, *293*, 110571. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110571>
- Brown, M. J. F., & Paxton, R. J. (2009). The conservation of bees: A global perspective. *Apidologie*, *40*(3), 410–416. <https://doi.org/10.1051/apido/2009019>
- Buchholz, S., & Egerer, M. H. (2020). Functional ecology of wild bees in cities: Towards a better understanding of trait-urbanization relationships. *Biodiversity and Conservation*, *29*(9), 2779–2801. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02003-8>

- Burger, H., Dötterl, S., & Ayasse, M. (2010). Host-plant finding and recognition by visual and olfactory floral cues in an oligolectic bee. *Functional Ecology*, *24*(6), 1234–1240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01744.x>
- Burns, K. L. W., Fitzpatrick, Ú., & Stanley, D. A. (2021). Public perceptions of Ireland's pollinators: A case for more inclusive pollinator conservation initiatives. *Journal for Nature Conservation*, *61*, 125999. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.125999>
- Butchart, S., Walpole, M., Collen, B., Van Strien, A., Scharlemann, J., Almond, R., Baillie, J., Bertzky, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K., Carr, G., Chanson, J., Chenery, A., Csirke, J., Davidson, N., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., & Watson, R. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science (New York, N.Y.)*, *328*, 1164–1168. <https://doi.org/10.1126/science.1187512>
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Péan, C. (2023). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.* (First). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Cane, J. (1991). Soils of ground-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea): Texture, moisture, cell depth and climate. *J.Kansas Entomol.Soc.*, *64*, 406–413.
- Cane, J. H. (2016). Adult pollen diet essential for egg maturation by a solitary *Osmia* bee. *Journal of Insect Physiology*, *95*, 105–109. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2016.09.011>

- Capera Aragones, P., Cartar, R., Foxall, E., & Tyson, R. C. (2024). How can we enhance crops with flowers to increase pollination services and stop bee decline? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 367, 108964. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108964>
- Capera Aragones, P., Foxall, E., & Tyson, R. C. (2022). Nutritionally rich wildflower patches adjacent to nutritionally deficient crops significantly increase pollination services. *Ecological Modelling*, 468, 109935. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.109935>
- Carré, G., Roche, P., Chifflet, R., Morison, N., Bommarco, R., Harrison-Cripps, J., Krewenka, K., Potts, S. G., Roberts, S. P. M., Rodet, G., Settele, J., Steffan-Dewenter, I., Szentgyörgyi, H., Tscheulin, T., Westphal, C., Woyciechowski, M., & Vaissière, B. E. (2009). Landscape context and habitat type as drivers of bee diversity in European annual crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(1–2), 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.001>
- Carvalho, R. M. A. D., Arandas, J. K. G., Martins, C. F., Alves, R. R. D. N., & Alves, A. G. C. (2024). Are beekeepers conservation-friendly? A study on attitudes and values toward animals among small-scale farmers. *Ethnobiology and Conservation*, 13. <https://doi.org/10.15451/ec2024-01-13.09-1-15>
- Chui, S. X., Keller, A., & Leonhardt, S. D. (2022). Functional resin use in solitary bees. *Ecological Entomology*, 47(2), 115–136. <https://doi.org/10.1111/een.13103>
- Ciocîrlie, N. (2024). Honey beyond Science. In *Melittology—New Advances*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1003932>

- Cole, L. J., Kleijn, D., Dicks, L. V., Stout, J. C., Potts, S. G., Albrecht, M., Balzan, M. V., Bartomeus, I., Bebeli, P. J., Bevk, D., Biesmeijer, J. C., Chlebo, R., Dautarté, A., Emmanouil, N., Hartfield, C., Holland, J. M., Holzschuh, A., Knoben, N. T. J., Kovács-Hostyánszki, A., ... Scheper, J. (2020). A critical analysis of the potential for EU Common Agricultural Policy measures to support wild pollinators on farmland. *Journal of Applied Ecology*, 57(4), 681–694. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13572>
- Colla, S. R. (2022). The potential consequences of ‘bee washing’ on wild bee health and conservation. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 18, 30–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.03.011>
- Commissione Europea. (2018). *L’iniziativa dell’UE a favore degli impollinatori*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0395&from=IT>
- Commissione Europea, Direktorat General per l’Ambiente & IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura). (2014). *European red list of bees*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/77003>
- Consiglio Europeo. (1992). *Direttiva 92/43/CEE «Habitat»*.
- Corte Europea dei Conti. (2020). *La protezione degli impollinatori selvatici nell’UE: Le iniziative della Commissione non hanno dato i frutti sperati*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2865/09541>
- Costanza, R., d’Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, G., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., Belt, M., & Belt, H. (1996). The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature. Report of Workshop organised by NCEAS, Santa Barbara, Calif. (1996).*, 387.

- Date, M., Fukano, Y., Farkhary, S. I., Uchida, K., & Soga, M. (2024). Beyond bees: A cross-country investigation into public perceptions of insect-mediated crop-pollination services. *Biological Conservation*, 292, 110524. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110524>
- Davidson, K. E., Fowler, M. S., Skov, M. W., Forman, D., Alison, J., Botham, M., Beaumont, N., & Griffin, J. N. (2020). Grazing reduces bee abundance and diversity in saltmarshes by suppressing flowering of key plant species. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 291, 106760. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106760>
- Despotović, J., Rodić, V., & Caracciolo, F. (2019). Factors affecting farmers' adoption of integrated pest management in Serbia: An application of the theory of planned behavior. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1196–1205. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.149>
- Dietzel, S., Rojas-Botero, S., Dichtl, A., Kollmann, J., & Fischer, C. (2024). Winners and losers at enhanced urban roadsides: Trait-based structuring of wild bee communities at local and landscape scale. *Biological Conservation*, 291, 110480. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110480>
- Eeraerts, M., Smaghe, G., & Meeus, I. (2019). Pollinator diversity, floral resources and semi-natural habitat, instead of honey bees and intensive agriculture, enhance pollination service to sweet cherry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 284, 106586. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106586>
- Elisa Monterastelli. (2018). *Le altre Api*. [www.edizionimontaonda.it](http://www.edizionimontaonda.it)
- Ellis, R. A., Weis, T., Suryanarayanan, S., & Beilin, K. (2020). From a free gift of nature to a precarious commodity: Bees, pollination services, and industrial agriculture. *Journal of Agrarian Change*, 20(3), 437–459. <https://doi.org/10.1111/joac.12360>
- Elmqvist, T., & Maltby, E. (2010). *Biodiversity, ecosystems and ecosystem services*.

- Erenler, H. E., Orr, M. C., Gillman, M. P., Parkes, B. R. B., Rymer, H., & Maes, J.-M. (2016). Persistent nesting by Anthophora Latreille, 1803 (Hymenoptera: Apidae) bees in ash adjacent to an active volcano. *The Pan-Pacific Entomologist*, *92*(2), 67–78. <https://doi.org/10.3956/2016-92.2.67>
- European Commission. Directorate General for the Environment. (2013). *INTERPRETATION MANUAL OF EUROPEAN UNION HABITATS*.
- Exeler, N., Kratochwil, A., & Hochkirch, A. (2009). Restoration of riverine inland sand dune complexes: Implications for the conservation of wild bees. *Journal of Applied Ecology*, *46*(5), 1097–1105. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01701.x>
- Farré-Armengol, G., Filella, I., Llusà, J., & Peñuelas, J. (2015). Pollination mode determines floral scent. *Biochemical Systematics and Ecology*, *61*, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2015.05.007>
- Faure, J., Mouysset, L., Allier, F., Decourtye, A., & Gaba, S. (2024). How pollinator dependence may mediate farmer adoption of pollinator supporting practices and perceptions: A case study from western France. *Environmental Research Communications*. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ad75ee>
- Faure, J., Mouysset, L., & Gaba, S. (2023). Combining incentives with collective action to provide pollination and a bundle of ecosystem services in farmland. *Ecosystem Services*, *63*, 101547. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101547>
- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., & Thomson, J. D. (2004). Pollination Syndromes and Floral Specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *35*(1), 375–403. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>

- Ferenczi, A. F., ucs, I. S.", & Gáthy, A. B. (2024). "What's Good for the Bees Will Be Good for Us!"—A Qualitative Study of the Factors Influencing Beekeeping Activity—Publicly Available Content Database—ProQuest. <https://www.proquest.com/publiccontent/docview/3072233673?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Fortunato, L., & Zandigiaco, P. (2012). Bombi e psitiri del Friuli Venezia Giulia: Cenni di biologia e checklist. *Bollettino della Società Naturalisti "Silvia Zenari"*, 35, 131–138.
- Frilli, F. (1986). *I bombi, pronubi di montagna* (Vol. 68). In Alto, Cronaca della Società Alpina Friulana.
- Galloni, M., Podda, L., Vivarelli, D., Quaranta, M., & Cristofolini, G. (2008). Visitor diversity and pollinator specialization in Mediterranean legumes. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 203(1), 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.12.006>
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., ... Klein, A. M. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science (New York, N.Y.)*, 339(6127), 1608–1611. <https://doi.org/10.1126/science.1230200>
- Geppert, C., Franceschinis, C., Fijen, T. P. M., Kleijn, D., Scheper, J., Steffan-Dewenter, I., Thiene, M., & Marini, L. (2024). Willingness of rural and urban citizens to undertake pollinator conservation actions across three contrasting European countries. *People and Nature*, 6(4), 1502–1511. <https://doi.org/10.1002/pan3.10656>
- Ghisbain, G., Gérard, M., Wood, T. J., Hines, H. M., & Michez, D. (2021). Expanding insect pollinators in the Anthropocene. *Biological Reviews*, 96(6), 2755–2770. <https://doi.org/10.1111/brv.12777>

- Gisder, S., & Genersch, E. (2017). Viruses of commercialized insect pollinators. *Journal of Invertebrate Pathology*, *147*, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2016.07.010>
- Glenny, W., Runyon, J. B., & Burkle, L. A. (2023). Habitat characteristics structuring bee communities in a forest-shrubland ecotone. *Forest Ecology and Management*, *534*, 120883. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120883>
- Gogala, A. (2011). *Some interesting notes on the andrena species in slovenia (Hymenoptera: Andrenidae)*.
- Goulson, D. (2003). Effects of Introduced Bees on Native Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *34*(1), 1–26. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>
- Grando, G., Bramuzzo, S., Guidolin, L., Irato, P., Ferrari, L., & Santovito, G. (2018). *WHO IS AFRAID OF INSECTS? A DIDACTIC RESEARCH IN THE BIOLOGICAL FIELD IN KINDERGARTEN*. 2712–2720. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.0724>
- Gray, A., Nouredine, A., Arab, A., Ballis, A., Brusbardis, V., Bugeja Douglas, A., Cadahía, L., Charrière, J.-D., Chlebo, R., Coffey, M., Cornelissen, B., Amaro da Costa, C., Danneels, E., Danihlík, J., Constantin, D., Evans, G., Fedoriak, M., Forsythe, I., Gregorc, A., & Brodschneider, R. (2023). Honey bee colony loss rates in 37 countries using the COLOSS survey for winter 2019-2020: The combined effects of operation size, migration and queen replacement. *Journal of Apicultural Research*, *62*. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2113329>
- Greenleaf, S. S., & Kremen, C. (2006). Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *103*(37), 13890–13895. <https://doi.org/10.1073/pnas.0600929103>
- Grozdanic, S. & M. D. Bindley. (1969). *Biological investigations on the bee Osmia rufohirta*. 24(Glasnik Muzeja u Beogradu), 63–71.

- Hadrava, J., Talašová, A., Straka, J., Benda, D., Kazda, J., & Klečka, J. (2022). A comparison of wild bee communities in sown flower strips and semi-natural habitats: A pollination network approach. *Insect Conservation and Diversity*, *15*(3), 312–324. <https://doi.org/10.1111/icad.12565>
- Hasler, B., Termansen, M., Nielsen, H. Ø., Daugbjerg, C., Wunder, S., & Latacz-Lohmann, U. (2022). European Agri-environmental Policy: Evolution, Effectiveness, and Challenges. *Review of Environmental Economics and Policy*, *16*(1), 105–125. <https://doi.org/10.1086/718212>
- Hausmann, S. L., Petermann, J. S., & Rolff, J. (2016). Wild bees as pollinators of city trees. *Insect Conservation and Diversity*, *9*(2), 97–107. <https://doi.org/10.1111/icad.12145>
- Hemingway, C. T., MacNeill, F. T., Leonard, A. S., Pimplikar, S., & Muth, F. (2024). *Pollinator cognition and the function of complex rewards—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534724001460>
- Hernandez, J. L., Frankie, G. W., & Thorp, R. W. (2009). Ecology of Urban Bees: A Review of Current Knowledge and Directions for Future Study. *Cities and the Environment*, *2*(1), 1–15. <https://doi.org/10.15365/cate.2132009>
- Intoppa, F., Piazza, M. G., Bolchi Serini, G., & Cornalba, M. (2009). I Bombi—Guida al riconoscimento delle specie italiane. *CRA - Unità di Ricerca di Apicoltura e Bachicoltura*.
- Joseph, J., Santibáñez, F., Laguna, M. F., Abramson, G., Kuperman, M. N., & Garibaldi, L. A. (2020). A spatially extended model to assess the role of landscape structure on the pollination service of *Apis mellifera*. *Ecological Modelling*, *431*, 109201. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109201>

- Jung, M., Alagador, D., Chapman, M., Hermoso, V., Kujala, H., O'Connor, L., Schinegger, R., Verburg, P. H., & Visconti, P. (2024). An assessment of the state of conservation planning in Europe. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *379*(1902), 20230015. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0015>
- Kay, S., Kühn, E., Albrecht, M., Sutter, L., Szerencsits, E., & Herzog, F. (2020). Agroforestry can enhance foraging and nesting resources for pollinators with focus on solitary bees at the landscape scale. *Agroforestry Systems*, *94*(2), 379–387. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00400-9>
- Kenta, T., Inari, N., Nagamitsu, T., Goka, K., & Hiura, T. (2007). Commercialized European bumblebee can cause pollination disturbance: An experiment on seven native plant species in Japan. *Biological Conservation*, *134*(3), 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.07.023>
- Kleftodimos, G., Gallai, N., Rozakis, S., & Képhaliacos, C. (2021). A farm-level ecological-economic approach of the inclusion of pollination services in arable crop farms. *Land Use Policy*, *107*, 105462. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105462>
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *274*(1608), 303. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Knapp, J. L., Phillips, B. B., Clements, J., Shaw, R. F., & Osborne, J. L. (2021). Socio-psychological factors, beyond knowledge, predict people's engagement in pollinator conservation. *People and Nature*, *3*(1), 204–220. <https://doi.org/10.1002/pan3.10168>
- Krauss, J., Klein, A.-M., Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2004). Effects of habitat area, isolation, and landscape diversity on plant species richness of calcareous grasslands. *Biodiversity & Conservation*, *13*(8), 1427–1439. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000021323.18165.58>

- Kuppler, J., Neumüller, U., Mayr, A. V., Hopfenmüller, S., Weiss, K., Prosi, R., Schanowski, A., Schwenninger, H.-R., Ayasse, M., & Burger, H. (2023). Favourite plants of wild bees. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *342*, 108266. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108266>
- Lalani, B., Dorward, P., Holloway, G., & Wauters, E. (2016). Smallholder farmers' motivations for using Conservation Agriculture and the roles of yield, labour and soil fertility in decision making. *Agricultural Systems*, *146*, 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.04.002>
- Leto, E., Pace, F., Sciotto, G., & Manachini, B. (2024). Less Known Is More Feared—A Survey of Children's Knowledge of and Attitudes towards Honeybees. *Insects*, *15*(5), Articolo 5. <https://doi.org/10.3390/insects15050368>
- Levenson, H. K., Sharp, A. E., & Tarpy, D. R. (2022). Evaluating the impact of increased pollinator habitat on bee visitation and yield metrics in soybean crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *331*, 107901. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107901>
- Litman, J. R. (2012). *Phylogenetic and systematic of nesting behaviour, host plant preference, and cleptoparasitism in the bee family Megachilidae (Hymenoptera, Apoidea)*.
- Maderson, S., & Adams, E. E. (2024). Beekeeping, stewardship and multispecies care in rural contexts. *Sociologia Ruralis*, *64*(2), 202–221. <https://doi.org/10.1111/soru.12457>
- Main, A. R., Hladik, M. L., Webb, E. B., Goyne, K. W., & Mengel, D. (2020). Beyond neonicotinoids – Wild pollinators are exposed to a range of pesticides while foraging in agroecosystems. *Science of The Total Environment*, *742*, 140436. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140436>
- Main, A. R., Webb, E. B., Goyne, K. W., & Mengel, D. (2020). Reduced species richness of native bees in field margins associated with neonicotinoid concentrations in non-target soils. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *287*, 106693. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106693>

- Mallinger, R. E., Gibbs, J., & Gratton, C. (2016). Diverse landscapes have a higher abundance and species richness of spring wild bees by providing complementary floral resources over bees' foraging periods. *Landscape Ecology*, *31*(7), 1523–1535. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0332-z>
- Mandelik, Y., Winfree, R., Neeson, T., & Kremen, C. (2012). Complementary habitat use by wild bees in agro-natural landscapes. *Ecological Applications*, *22*(5), 1535–1546. <https://doi.org/10.1890/11-1299.1>
- Marmoni, G. M., Martino, S., Censi, M., Menichetti, M., Piacentini, D., Scarascia Mugnozza, G., Torre, D., & Troiani, F. (2023). Transition from rock mass creep to progressive failure for rockslide initiation at Mt. Conero (Italy). *Geomorphology*, *437*, 108750. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108750>
- Marroni, E., Canale, A., & Pinzauti, F. (2007). *Insetti pronubi alternativi: Utilizzo dell' Osmia per l'impollinazione*. [https://www.academia.edu/1941348/Insetti\\_pronubi\\_alternativi\\_utilizzo\\_dellOsmia\\_per\\_limpollinazione](https://www.academia.edu/1941348/Insetti_pronubi_alternativi_utilizzo_dellOsmia_per_limpollinazione)
- M.A.S.A.F. (Ministero dell'Agricoltura della Sovranità Alimentare e delle Foreste. (2023). *Piano strategico della PAC 23-27*.
- Mason, W. R., & Huber, J. T. (1993). Order Hymenoptera. *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*, 4–12.
- Matias, D. M. S., Leventon, J., Rau, A.-L., Borgemeister, C., & von Wehrden, H. (2017). A review of ecosystem service benefits from wild bees across social contexts. *Ambio*, *46*(4), 456–467. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0844-z>
- Maurer, C., Sutter, L., Martínez-Núñez, C., Pellissier, L., & Albrecht, M. (2022). Different types of semi-natural habitat are required to sustain diverse wild bee communities across agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, *59*(10), 2604–2615. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14260>

- Mazzei, M., Carrozza, M. L., Luisi, E., Forzan, M., Giusti, M., Sagona, S., Tolari, F., & Felicioli, A. (2014). Infectivity of DWV Associated to Flower Pollen: Experimental Evidence of a Horizontal Transmission Route. *PLOS ONE*, *9*(11), e113448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113448>
- Médiène, S., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.-P., de Tourdonnet, S., Gosme, M., Bertrand, M., Roger-Estrade, J., Aubertot, J.-N., Rusch, A., Motisi, N., Pelosi, C., & Doré, T. (2011). Agroecosystem management and biotic interactions: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *31*(3), 491–514. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0009-1>
- Melhim, A., Daly, Z., & Weersink, A. (2016). Value of Pollination Services and Policy: The missing link. 1. In *Pollination Services to Agriculture*. Routledge.
- Michener, C. D. (1979). Biogeography of the Bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, *66*(3), 277. <https://doi.org/10.2307/2398833>
- Michener, C. D. (1999). The corbiculae of bees. *Apidologie*, *30*(1), 67–74. <https://doi.org/10.1051/apido:19990108>
- Michener, C. D. (2007). *The bees of the world* (2nd ed). Johns Hopkins University Press.
- Michez, D., Guillaume Ghisbain, Paolo Rosa, William Fiordaliso, Simone Flaminio, Romain Le Divelec, Achik Dorchin, Vladimir Radchenko, Pierre Rasmont, Michael Terzo, Thomas J. Wood, & Sara Reverté. (2019). *Key to the genera of European bees (Hymenoptera: Anthophila)*. NAP éditions.
- Michez, D., Patiny, S., Rasmont, P., Timmermann, K., & Vereecken, N. J. (2008). Phylogeny and host-plant evolution in Melittidae *s.l.* (Hymenoptera: Apoidea). *Apidologie*, *39*(1), 146–162. <https://doi.org/10.1051/apido:2007048>

- Mikát, M., Benda, D., Korittová, C., Mrozková, J., Reiterová, D., Waldhauserová, J., Brož, V., & Straka, J. (2020). Natural history and maternal investment of *Ceratina cucurbitina*, the most common European small carpenter bee, in different European regions. *Journal of Apicultural Research*, 61. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1828235>
- Minckley, R. L. & Missouri. (1998). *A cladistic analysis and classification of the subgenera and genera of the large carpenter bees, tribe Xylocopini (Hymenoptera: Apidae)* (Vol. 1). Natural History Museum, The University of Kansas. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.16168>
- Moonen, A.-C., & Bàrberi, P. (2008). Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 127(1), 7–21. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.02.013>
- Müller, A. (2018). Palaearctic *Osmia* bees of the subgenus *Hoplosmia* (Megachilidae, Osmiini): Biology, taxonomy and key to species. *Zootaxa*, 4415, 297. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4415.2.4>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Neumüller, U., Burger, H., Mayr, A. V., Hopfenmüller, S., Krausch, S., Herwig, N., Burger, R., Diestelhorst, O., Emmerich, K., Haider, M., Kiefer, M., Konicek, J., Kornmilch, J.-C., Moser, M., Saure, C., Schanowski, A., Scheuchl, E., Sing, J., Wagner, M., ... Ayasse, M. (2022). Artificial Nesting Hills Promote Wild Bees in Agricultural Landscapes. *Insects*, 13(8), Articolo 8. <https://doi.org/10.3390/insects13080726>
- Nichols, R. N., Goulson, D., & Holland, J. M. (2019). The best wildflowers for wild bees. *Journal of Insect Conservation*, 23(5), 819–830. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00180-8>

- Nicolson, S., & Human, H. (2013). Chemical composition of the ‘low quality’ pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie*, *44*(2), 144–152. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0166-5>
- Nieto-Romero, M., Oteros-Rozas, E., González, J. A., & Martín-López, B. (2014). Exploring the knowledge landscape of ecosystem services assessments in Mediterranean agroecosystems: Insights for future research. *Environmental Science & Policy*, *37*, 121–133. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.09.003>
- Noël, G., Van Keymeulen, V., Barbier, Y., Smets, S., Van Damme, O., Colinet, G., Lokatis, S., Ruelle, J., & Francis, F. (2024). Nest aggregations of wild bees and apoid wasps in urban pavements: A ‘street life’ to be promoted in urban planning. *Insect Conservation and Diversity*, *17*(2), 396–408. <https://doi.org/10.1111/icad.12689>
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, *120*(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Osterman, J., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Bosch, J., Howlett, B. G., Inouye, D. W., Jung, C., Martins, D. J., Medel, R., Pauw, A., Seymour, C. L., & Paxton, R. J. (2021). Global trends in the number and diversity of managed pollinator species. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *322*, 107653. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107653>
- Pamilo, P., & Crozier, R. H. (1997). Population biology of social insect conservation. *Memoirs of the Museum of Victoria*, *56*(2), 411–419. <https://doi.org/10.24199/j.mmv.1997.56.32>
- Parco Naturale del Conero & Regione Marche. (2015). *Piano di gestione dei siti Natura 2000 inclusi all’interno del territorio del Parco del Conero* [Mappa].
- Parlamento Europeo & Consiglio Europeo. (2009). *DIRETTIVA 2009/128/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 21 ottobre 2009*.
- Parolin, P., Scotta, M. I., & Bresch, C. (2014). Biology of *Dittrichia viscosa*, a Mediterranean ruderal plant: A review. *Phyton*, *83*, 251–262.

- Paulk, A. C., Dacks, A. M., Phillips-Portillo, J., Fellous, J.-M., & Gronenberg, W. (2009). Visual Processing in the Central Bee Brain. *The Journal of Neuroscience*, 29(32), 9987–9999. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1325-09.2009>
- Persson, A. S., Hederström, V., Ljungkvist, I., Nilsson, L., & Kendall, L. (2023). Citizen science initiatives increase pollinator activity in private gardens and green spaces. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4. <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.1099100>
- Pesaresi, S., Mancini, A., Quattrini, G., & Casavecchia, S. (2024). *Evaluation and Selection of Multi-Spectral Indices to Classify Vegetation Using Multivariate Functional Principal Component Analysis*. <https://www.mdpi.com/2072-4292/16/7/1224>
- Phan, N. T., Joshi, N. K., Rajotte, E. G., Zhu, F., Peter, K. A., López-Uribe, M. M., & Biddinger, D. J. (2024). Systemic pesticides in a solitary bee pollen food store affect larval development and increase pupal mortality. *Science of The Total Environment*, 915, 170048. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170048>
- Pignatti, S. (1982). *Flora d'Italia* (Voll. 1–3). Edizioni Agricole.
- Pitts-Singer, T. L., & Cane, J. H. (2011). The Alfalfa Leafcutting Bee, *Megachile rotundata*: The World's Most Intensively Managed Solitary Bee. *Annual Review of Entomology*, 56(1), 221–237. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120709-144836>
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G., & Willmer, P. (2005). Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30(1), 78–85. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00662.x>
- Praz, C., Müller, A., Bénon, D., Herrmann, M., & Neumeyer, R. (2023). Annotated checklist of the Swiss bees (Hymenoptera, Apoidea, Anthophila): Hotspots of diversity in the xeric inner Alpine valleys. *Alpine Entomology*, 7, 219–267. <https://doi.org/10.3897/alpento.7.112514>

- Quaranta, M. (2019). *Morfogeneri delle Api Selvatiche d'Italia: Una Tabella Diagnostica Illustrata*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15734.78407>
- Quaranta, M., Cornalba, M., Biella, P., Comba, M., Battistoni, A., Rondinini, C., & Teofili, C. (2010). *LISTA ROSSA DELLE API ITALIANE MINACCIATE*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Radchenko, V. G., & Pesenko, Y. A. (1994). *Biology of bees (Hymenoptera Apoidea)*. Zoological Institut. [https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Radchenko/publication/272941605\\_Biology\\_of\\_bees\\_Hymenoptera\\_Apoidea\\_Extended\\_English\\_summary/links/54f352f40cf2f9e34f07e2f2/Biology-of-bees-Hymenoptera-Apoidea-Extended-English-summary.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vladimir-Radchenko/publication/272941605_Biology_of_bees_Hymenoptera_Apoidea_Extended_English_summary/links/54f352f40cf2f9e34f07e2f2/Biology-of-bees-Hymenoptera-Apoidea-Extended-English-summary.pdf)
- Rader, R., Reilly, J., Bartomeus, I., & Winfree, R. (2013). Native bees buffer the negative impact of climate warming on honey bee pollination of watermelon crops. *Global Change Biology*, *19*(10), 3103–3110. <https://doi.org/10.1111/gcb.12264>
- Rahimi, E., Barghjelveh, S., & Dong, P. (2021). How effective are artificial nests in attracting bees? A review. *Journal of Ecology and Environment*, *45*(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s41610-021-00192-z>
- Ricciardelli D'Albore, G. (1985). Flora visitata da alcuni insetti e relativo ruolo nell'impollinazione delle colture agrarie. *Entomologica*, 40–68.
- Rizzo, G., Migliore, G., Schifani, G., & Vecchio, R. (2024). Key factors influencing farmers' adoption of sustainable innovations: A systematic literature review and research agenda. *Organic Agriculture*, *14*(1), 57–84. <https://doi.org/10.1007/s13165-023-00440-7>

- Sabbahi, R., El Abdouni, I., Lhomme, P., Boubker, O., Azzaoui, K., Hammouti, B., Neffa, M., & Hock, V. (2024). Public Attitudes towards Insect Pollinators in Morocco: Insights from a Pilot Study with Broader Applications. *Diversity*, *16*(7), Articolo 7. <https://doi.org/10.3390/d16070383>
- Schönfelder, M. L., & Bogner, F. X. (2018). How to sustainably increase students' willingness to protect pollinators. *Environmental Education Research*, *24*(3), 461–473. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1283486>
- Schubert, L. F., Hellwig, N., Kirmer, A., Schmid-Egger, C., Schmidt, A., Dieker, P., & Tischew, S. (2022). Habitat quality and surrounding landscape structures influence wild bee occurrence in perennial wildflower strips. *Basic and Applied Ecology*, *60*, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.12.007>
- Sedivy, C., & Dorn, S. (2014). Towards a sustainable management of bees of the subgenus *Osmia* (Megachilidae; *Osmia*) as fruit tree pollinators. *Apidologie*, *45*(1), 88–105. <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0231-8>
- Segreteria per la Convenzione sulla Diversità Biologica. (2011). *Convenzione sulla Diversità Biologica*.
- Sharmah, D., Khound, A., Rahman, S., & Rajkumari, P. (2015). *Significance of Honey Bee as a Pollinator in Improving Horticultural Crop Productivity in N.E. Region, India: A Review*. 4.
- Sircom, J., Arul Jothi, G., & Pinksen, J. (2018). Monitoring bee populations: Are eusocial bees attracted to different colours of pan trap than other bees? *Journal of Insect Conservation*, *22*(3), 433–441. <https://doi.org/10.1007/s10841-018-0071-y>
- Soga, M., & Evans, M. J. (2024). Biophobia: What it is, how it works and why it matters. *People and Nature*, *6*(3), 922–931. <https://doi.org/10.1002/pan3.10647>

- Southwood, & Henderson. (2000). *Ecological Methods 3rd edition*.  
[https://www.researchgate.net/publication/260051655\\_Ecological\\_Methods\\_3rd\\_edition](https://www.researchgate.net/publication/260051655_Ecological_Methods_3rd_edition)
- Spina, D., Caracciolo, F., Chinnici, G., Di Vita, G., Selvaggi, R., Pappalardo, G., Pecorino, B., & D'Amico, M. (2024). How do farmers plan to safeguard the environment? Empirical evidence on farmers' intentions to adopt organic pest management practices. *Journal of Environmental Planning and Management*, 67(13), 3118–3138.  
<https://doi.org/10.1080/09640568.2023.2218021>
- Stanisavljević, J. D., & Stanisavljević, L. Ž. (2017). Attitudes of university students of biology towards bees and their protection: Biology students about bees and their protection. *Journal of BioScience and Biotechnology*, 6(3), Articolo 3.
- Stuligross, C., Melone, G. G., Wang, L., & Williams, N. M. (2023). Sublethal behavioral impacts of resource limitation and insecticide exposure reinforce negative fitness outcomes for a solitary bee. *Science of The Total Environment*, 867, 161392.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161392>
- Sturm, U., Straka, T. M., Moormann, A., & Egerer, M. (2021). Fascination and Joy: Emotions Predict Urban Gardeners' Pro-Pollinator Behaviour. *Insects*, 12(9), Articolo 9.  
<https://doi.org/10.3390/insects12090785>
- Sumner, S., Law, G., & Cini, A. (2018). Why we love bees and hate wasps. *Ecological Entomology*, 43(6), 836–845. <https://doi.org/10.1111/een.12676>
- Tama, R. A. Z., Ying, L., Yu, M., Hoque, M. M., Adnan, K. M., & Sarker, S. A. (2021). Assessing farmers' intention towards conservation agriculture by using the Extended Theory of Planned Behavior. *Journal of Environmental Management*, 280, 111654.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111654>

- Teixido, A. L., Fuzessy, L. F., Souza, C. S., Gomes, I. N., Kaminski, L. A., Oliveira, P. C., & Maruyama, P. K. (2022). Anthropogenic impacts on plant-animal mutualisms: A global synthesis for pollination and seed dispersal. *Biological Conservation*, *266*, 109461. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109461>
- Templ, B., Mózes, E., Templ, M., Földesi, R., Szirák, Á., Báldi, A., & Kovács-Hostyánszki, A. (2019). Habitat-Dependency of Transect Walk and Pan Trap Methods for Bee Sampling in Farmlands. *Journal of Apicultural Science*, *63*(1), 93–115. <https://doi.org/10.2478/jas-2019-0014>
- Terzo M. & Rasmont P. (2011). *Atlas of the European Bees: Genus Ceratina*.
- Unione Europea. (2020). *Relazione speciale Uso sostenibile dei prodotti fitosanitari: Limitati progressi nella misurazione e nella riduzione dei rischi* [Relazione speciale].
- Unione Europea. (2021). *REGOLAMENTO (UE) 2021/2115 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 2 dicembre 2021*.
- Uthes, S., & Matzdorf, B. (2013). Studies on Agri-environmental Measures: A Survey of the Literature. *Environmental Management*, *51*(1), 251–266. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9959-6>
- Van Der Kooi, C. J., Stavenga, D. G., Arikawa, K., Belušič, G., & Kelber, A. (2021). Evolution of Insect Color Vision: From Spectral Sensitivity to Visual Ecology. *Annual Review of Entomology*, *66*(1), 435–461. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-061720-071644>
- van der Pijl, L. (1972). Functional considerations and observations on the flowers of some Labiatae. *Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, *20*(1), 93–103.
- Vasiliev, D., & Greenwood, S. (2021). The role of climate change in pollinator decline across the Northern Hemisphere is underestimated. *Science of The Total Environment*, *775*, 145788. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145788>

- Velthuis, H. H. W., & Van Doorn, A. (2006). A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, 37(4), 421–451. <https://doi.org/10.1051/apido:2006019>
- Vicidomini, S. (2005). Biologia di *Xylocopa* (*Xylocopa*) *violacea* (Linnè, 1758) (Hymenoptera: Apidae): Storia naturale della nidificazione. *Il naturista campano*, 1–32.
- Wacquant, J. P. (1990). Biogeographical and physiological aspects of the invasion by *Dittrichia* (ex-*Inula*) *viscosa* W. Greuter, a ruderal species in the Mediterranean Basin. In F. di Castri, A. J. Hansen, & M. Debussche (A c. Di), *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin* (pp. 353–364). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-1876-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-94-009-1876-4_21)
- Wakakuwa, M., Kurasawa, M., Giurfa, M., & Arikawa, K. (2005). Spectral heterogeneity of honeybee ommatidia. *Die Naturwissenschaften*, 92(10), 464–467. <https://doi.org/10.1007/s00114-005-0018-5>
- Warzecha, D., Diekötter, T., Wolters, V., & Jauker, F. (2018). Attractiveness of wildflower mixtures for wild bees and hoverflies depends on some key plant species. *Insect Conservation and Diversity*, 11(1), 32–41. <https://doi.org/10.1111/icad.12264>
- Westphal, C., Bommarco, R., Carré, G., Lamborn, E., Morison, N., Petanidou, T., Potts, S. G., Roberts, S. P. M., Szentgyörgyi, H., Tscheulin, T., Vaissière, B. E., Woyciechowski, M., Biesmeijer, J. C., Kunin, W. E., Settele, J., & Steffan-Dewenter, I. (2008). Measuring Bee Diversity in Different European Habitats and Biogeographical Regions. *Ecological Monographs*, 78(4), 653–671. <https://doi.org/10.1890/07-1292.1>
- Wignall, V. R., Balfour, N. J., Gandy, S., & Ratnieks, F. L. W. (2023). Food for flower-visiting insects: Appreciating common native wild flowering plants. *People and Nature*, 5(4), 1072–1081. <https://doi.org/10.1002/pan3.10475>

- Wilson, J. S., Griswold, T., & Messinger, O. J. (2008). Sampling Bee Communities (Hymenoptera: Apiformes) in a Desert Landscape: Are Pan Traps Sufficient? *Journal of the Kansas Entomological Society*, *81*(3), 288–300. <https://doi.org/10.2317/JKES-802.06.1>
- Woodcock, B. A., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W. R., Nuttall, P., Falk, S., Nowakowski, M., & Pywell, R. F. (2013). Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *171*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.03.005>
- Wu, J.-F., Chen, Z.-Q., Wang, X.-L., Tu, Y.-L., Wang, L.-L., Yang, Y.-P., Meng, L.-H., & Duan, Y.-W. (2023). From a bee's eye: Effects of UV bullseye size on reproductive success in a dioecious vine *Herpetospermum pedunculatum* (Cucurbitaceae). *Plant Diversity*. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2023.06.004>
- Zandigiaco, P., Fortunato, L., & Quaranta, M. (2013). *Andrena flavipes panzer: Dinamica di popolazione e preferenze florali di un'area dell'italia nord-orientale.*
- Zattara, E. E., & Aizen, M. A. (2021). Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, *4*(1), 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.005>
- Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S., & Dorn, S. (2010). Maximum foraging ranges in solitary bees: Only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, *143*(3), 669–676. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>

## SITOGRAFIA

<https://www.rinnovabili.it/clima-e-ambiente/biodiversita/tutela-della-biodiversita-target-2020/>

[https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27\\_it#strongbudget](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_it#strongbudget)

<https://www.parcodelconero.org/lente/>

<https://www.beewatching.it/impollinatore/anthophora/>

<https://www.beewatching.it/impollinatore/bombus-bombi/>

<https://www.beewatching.it/impollinatore/ceratina/>

<https://www.beewatching.it/impollinatore/halictus/>

<https://www.beewatching.it/impollinatore/lasioglossum/>

<https://www.beewatching.it/impollinatore/osmia/>

<http://www.beewatching.it/impollinatore/rhodanthidium/>

<https://www.beewatching.it/impollinatore/xylocopa/>