



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Agronomia animali alimenti risorse naturali e ambiente

Corso di laurea in Scienze e tecnologie agrarie

**EFFETTO DEL TIPO DI HABITAT E DEL PAESAGGIO SU
DIVERSITÀ E ABBONDANZA DEGLI INSETTI
IMPOLLINATORI IN VENETO**

Relatore:

Dott.ssa Costanza Geppert

Correlatore:

Dott.ssa Andree Cappellari

Laureando:

Chiara Roberto

Matricola n. 20008704

RIASSUNTO

Dall'attività degli impollinatori dipende la produzione di circa il 75% delle colture. Eppure a causa della conversione di habitat semi-naturali in aree urbane o coltivate intensivamente, dell'uso dei pesticidi e del cambiamento climatico, gli insetti impollinatori sono in declino.

In questa tesi, abbiamo monitorato la diversità e l'abbondanza di insetti impollinatori in diversi tipi di habitat all'interno di dieci paesaggi in Veneto. Per fare ciò abbiamo campionato i due gruppi più importanti di impollinatori, cioè api e sirfidi, mediante transetti in dieci paesaggi scelti all'interno della pianura veneta, includendo campi coltivati e zone naturali o seminaturali, per un totale di 150 siti.

Gli insetti catturati sono stati 1055 esemplari, di cui 476 apoidei e 554 sirfidi. Abbiamo osservato un forte effetto del tipo di paesaggio sulla diversità di apoidei e sull'abbondanza di apoidei e sirfidi. Per entrambe le variabili i valori più elevati sono stati registrati in paesaggi prevalentemente naturali, al contrario, i paesaggi agricoli hanno avuto un'influenza negativa. Anche il tipo di habitat ha influenzato fortemente diversità e abbondanza; per quanto riguarda gli apoidei, i valori più elevati sono stati registrati nei siti che comprendono siepi e margini di campo, mentre, per i sirfidi, l'abbondanza maggiore si è osservata in habitat agricoli perenni, in questo caso rappresentati da vigneti.

È importante conoscere gli effetti che habitat e paesaggio hanno sugli insetti impollinatori in modo da poter elaborare strategie efficienti per preservarne la biodiversità. Da questo studio è emersa la conferma che una grande minaccia per gli insetti impollinatori è rappresentata dalla scomparsa e dalla frammentazione degli habitat. Inoltre, si è dimostrato che la presenza e la vicinanza tra habitat naturali, caratterizzati da un'elevata diversità di specie a fiore e sottoposti al minimo disturbo antropogenico, costituiscono un fattore fondamentale per la conservazione degli insetti impollinatori.

ABSTRACT

On the activity of pollinators depends the production of about 75% of crops. Yet due to the conversion of semi-natural habitats to urban or intensively cultivated areas, pesticide use, and climate change, pollinating insects are in decline.

In this thesis, we monitored the diversity and abundance of pollinator insects in different types of habitats within ten landscapes in Veneto.

To do this, we sampled with transects 10 selected landscapes within the Veneto plain, including cultivated fields and natural or semi-natural areas, for a total of 150 sites.

We captured 1055 insects, including 476 bees and 554 hoverflies. We observed a strong effect of habitat type and landscape on bee diversity and on the abundance of bees and hoverflies. For both variables, the highest values were recorded in predominantly natural landscapes; in contrast, agricultural landscapes had a negative influence. Habitat type also strongly influenced pollinator diversity and abundance. For bees, the highest values were recorded in sites including hedgerows and field margins, while, for hoverflies, the highest abundance was observed in perennial agricultural habitats, in this case represented by vineyards.

It is important to know the effects that habitat types and landscapes have on pollinating insects so that efficient strategies can be developed to preserve their biodiversity. This study found that a great threat to pollinating insects are habitat loss and fragmentation; it was shown that the presence and proximity of natural landscapes characterized by high diversity of flowering species and subjected to minimal anthropogenic disturbance is fundamental for pollinator conservation.

SOMMARIO

1. Introduzione.....	6
1.1. Gli insetti impollinatori.....	6
1.1.1. Principali ordini di insetti impollinatori in Europa.....	7
1.2. Il declino degli insetti impollinatori.....	9
1.2.1. Intensificazione dell'agricoltura e frammentazione degli habitat.....	10
1.2.2. Inquinamento ambientale.....	11
1.2.3. Fattori climatici.....	12
1.2.4. Fattori biologici.....	12
1.3. Obiettivo tesi.....	12
2. Materiali e metodi.....	13
2.1. Area di studio	13
2.1.1. Selezione siti.....	14
2.2. Campionamento di insetti impollinatori.....	14
2.3. Smistamento di insetti impollinatori.....	15
2.4. Riconoscimento di sirfidi ed apoidei.....	15
2.4.1. Riconoscimento sirfidi.....	15
2.4.2. Riconoscimento apoidei.....	16
2.4.3. Identificazione apoidei.....	16
3. Risultati: confronti tra habitat diversi e paesaggi.....	18
4. Discussione.....	24
5. Bibliografia.....	26

1. Introduzione

Gli insetti impollinatori rivestono un ruolo fondamentale negli ecosistemi poiché sostengono la biodiversità vegetale mondiale e quella degli organismi ad essa associati. Attualmente sono circa 352.000 le specie di artropodi che svolgono regolarmente il servizio di impollinazione (Wardhaugh, 2015) mentre le specie vegetali che dipendono da questi sono rappresentate da una percentuale che va dal 78% nelle aree temperate al 94% in quelle tropicali (Ollerton, 2017). La diversità di questi impollinatori varia in funzione della latitudine e del continente; nel caso specifico delle api si può osservare che il numero di specie aumenta dai poli all'equatore (Figura 1.1).

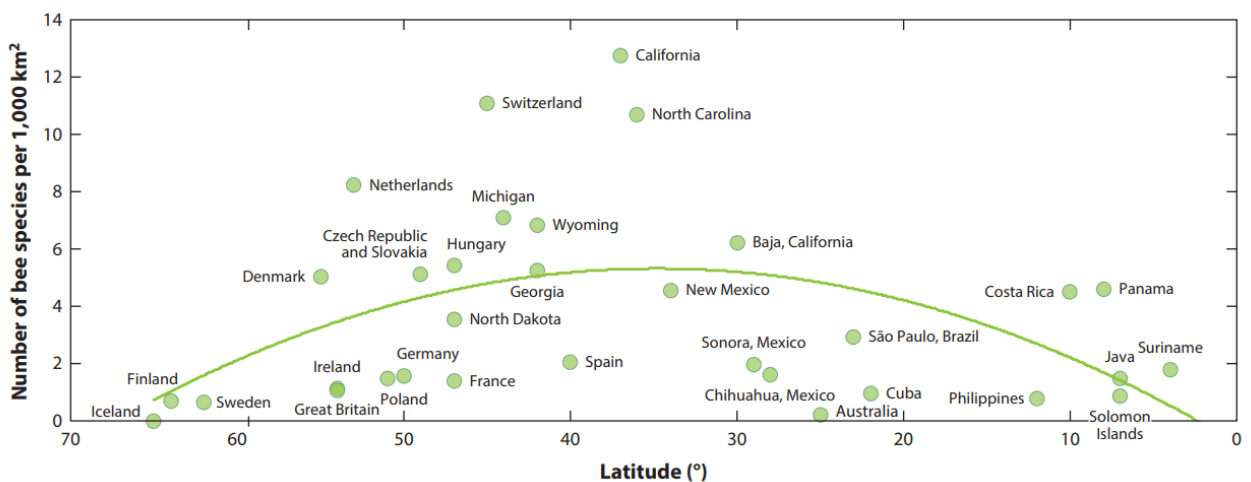


Figura 1.1: Ricchezza di specie di api a livello regionale e nazionale in relazione alla latitudine (Rader et al., 2020)

1.1. Gli insetti impollinatori

Gli impollinatori sono chiamati anche pronubi e sono generalmente caratterizzati da apparato boccale lambente o lambente-succhiante, specializzato per prelevare il nettare ed un corpo di forma allungata e ricoperto di setole nelle quali il polline può accumularsi. Molti apoidei sono caratterizzati dalla presenza di tibie posteriori particolarmente adatte alla raccolta e all'accumulo del polline e possiedono inoltre una spazzola sui tarsi posteriori costituita da setole robuste. In Europa i più importanti impollinatori sono api, sirfidi, vespe e farfalle (Figura 1.2).

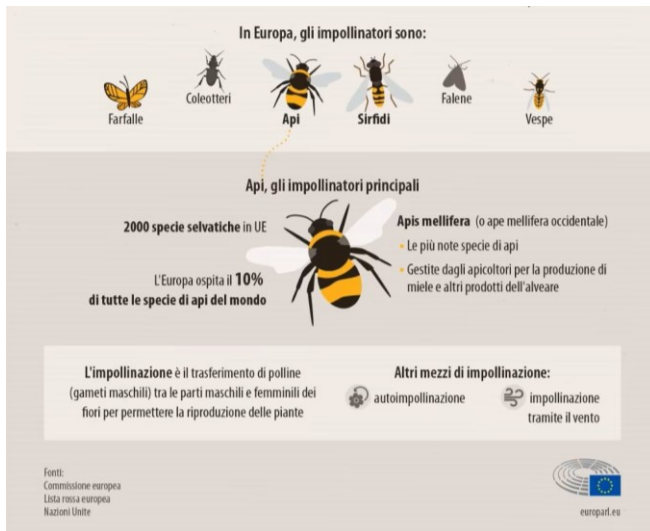


Figura 1.2: Impollinatori maggiormente presenti in Europa (europarl.europa.eu - Il declino di api e altri impollinatori, 2019)

1.1.1. Principali ordini di insetti impollinatori in Europa

a) Imenotteri

Gli imenotteri sono l'ordine più importante per quanto riguarda i servizi di impollinazione. In questo gruppo rientrano, tra gli altri, insetti del genere *Apis* di cui *Apis mellifera* e *A. cerana* sono le due specie con ruolo di primaria importanza in tutto il mondo (Osterman et al., 2021). L'ape mellifera autoctona europea è la specie che maggiormente contribuisce all'impollinazione delle colture (Williams, 2002). Gli imenotteri comprendono sia specie sociali, come ad esempio quelle appartenenti ai generi *Apis* e *Bombus*, sia specie solitarie come ad esempio quelle dei generi *Osmia* e *Megachile*. Anche le vespe fanno parte degli imenotteri impollinatori, queste generalmente non sono ricoperte di peli e risultano pertanto essere molto meno efficienti nell'impollinare i fiori. Come tutti gli impollinatori anche gli imenotteri hanno sviluppato adattamenti per facilitare le operazioni di raccolta e trasporto del polline ed è grazie a queste trasformazioni che risultano essere i più abili nella manipolazione dei fiori (Kevan & Baker, 1983).

b) Ditteri

Dell'ordine dei ditteri le mosche, e in particolare le famiglie Syrphidae e Calliphoridae, sono gli impollinatori più diffusi e sono associati alla più vasta gamma di piante coltivate e selvatiche (Rader et al., 2020). L'ordine dei ditteri è suddiviso in due sottordini, i nematoceri e i brachiceri; i primi possiedono una proboscide corta e visitano quindi fiori in cui il polline è ben esposto (ad esempio Achillea e varie crucifere). Al contrario, i brachiceri tendono ad avere un apparato boccale più allungato che permette loro di visitare una varietà di

fiori maggiore (Kevan & Baker, 1983). Al sottordine dei brachiceri appartiene una famiglia molto importante nell'ambito dell'impollinazione, quella dei sirfidi. I sirfidi sono mosche che, osservate rapidamente, sono facilmente confondibili con le api. Infatti, caratteristico dei sirfidi è il mimetismo batesiano, ovvero l'imitazione di una specie aposematica da parte di una specie innocua di fronte ai predatori. I sirfidi hanno una capacità non indifferente di adattarsi ai cambiamenti relativi alla disponibilità delle risorse grazie alla loro elevata mobilità, fecondità e ai brevi cicli di sviluppo situazioni (Rader et al., 2020).

c) Lepidotteri

Le specie di lepidotteri con funzione impollinatrice registrate fino ad ora sono più di 140 (Ollerton, 2017).

L'apparato boccale di questi insetti prende il nome di spirotromba (Figura 1.3) ed è di tipo succhiante.

Comunemente chiamiamo farfalle i visitatori diurni dei fiori che solitamente hanno petali vistosi dai colori vivaci e corolle tubolari, e falene quei lepidotteri che svolgono la loro funzione durante la notte visitando quindi fiori che rimangono aperti nelle ore notturne ed emanano forti profumi (Kevan & Baker, 1983).

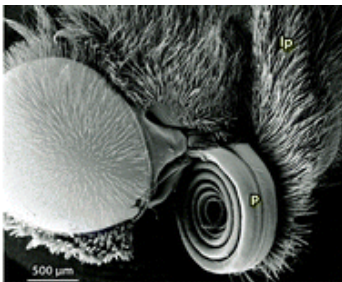


Figura 1.3: Spirotromba dei lepidotteri (P. Sol et al., 2019).

d) Coleotteri

I coleotteri sono impollinatori occasionali, si pensa che siano gli impollinatori più primitivi. Gli adattamenti delle specie appartenenti a quest'ordine hanno riguardato l'inclinazione del capo verso l'alto e l'allungamento del protorace (Kevan & Baker, 1983).

Ad esclusione delle api, i ditteri secondo alcuni studi sono gli insetti che frequentano il maggior numero di specie vegetali, seguiti da imenotteri lepidotteri e coleotteri (Figura 1.4).

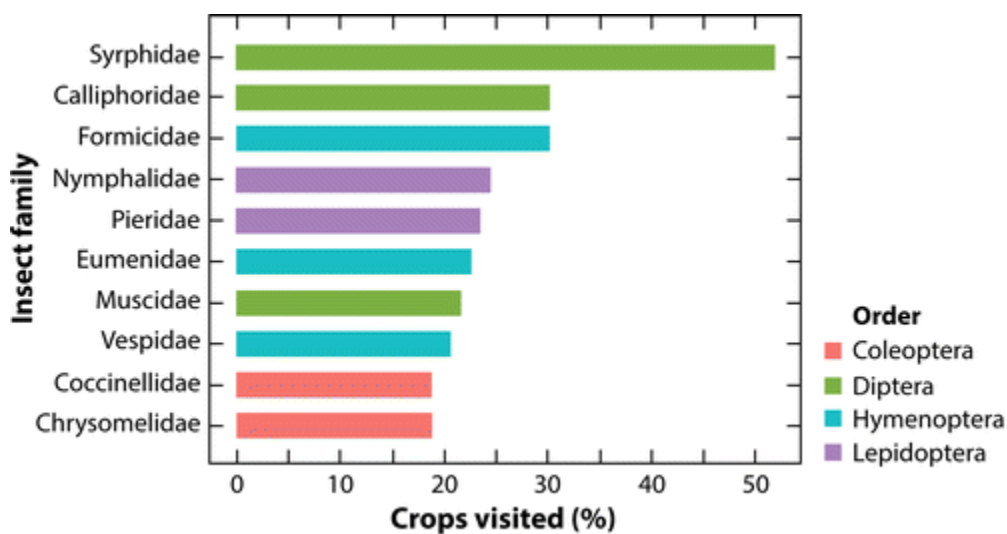


Figura 1.4: Primi 10 visitatori di fiori diversi dalle api in riferimento alle principali colture visitate (Rader et al., 2020).

1.2 Il declino degli insetti impollinatori

Gli insetti impollinatori, e più in generale l'entomofauna mondiale, sono costantemente minacciati e sottoposti ad una perdita sempre più rilevante di biodiversità. La causa di questa perdita va ricercata per la gran parte nelle attività dell'uomo (Figura 1.5) che nel corso degli anni hanno portato alla destrutturazione di habitat attraverso l'intensificazione dell'agricoltura, l'industrializzazione, le deforestazioni, le conversioni dei pascoli e altre azioni che modificano radicalmente il suolo (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Tutti questi fattori non agiscono indipendentemente l'uno dall'altro ma sono invece strettamente correlati tra loro (Brown & Paxton, 2009).



Figura 1.5: Cause del declino degli impollinatori (europarl.europa.eu - Il declino di api e altri impollinatori, 2019)

1.2.1 Intensificazione dell'agricoltura e frammentazione degli habitat

A livello globale la superficie agricola totale è aumentata di circa il 41% dal 1961 al 2016, mentre, l'area occupata da colture che dipendono dagli impollinatori è aumentata in modo sproporzionato (137%) (Osterman et al., 2021). L'agricoltura moderna ha come principale obiettivo quello di semplificare la meccanizzazione alleggerendo e rendendo così più efficiente il lavoro dell'uomo. Ciò nonostante si porta con sé criticità non indifferenti, tra cui, in ordine di importanza: la radicale destrutturazione e modificazione dell'integrità del paesaggio con la conseguente distruzione di habitat naturali (Figura 1.6), l'incessante uso di pesticidi e l'uso di monocolture. La conversione di habitat naturali in sistemi a gestione quasi esclusivamente antropica e il rilascio di sostanze inquinanti sono infatti le cause principali della diminuzione delle specie di insetti (Dudley & Alexander, 2017). Il fenomeno della frammentazione degli habitat, la cui portata mondiale è aumentata nel corso degli ultimi secoli (LeBuhn & Vargas Luna, 2021), colpisce gli insetti impollinatori mediante la perdita di piante a fiore, fonte di nutrimento e luogo di nidificazione (Potts et al., 2010); questa diminuzione può indebolirne le difese aumentando la loro suscettibilità a infezioni da parte di agenti patogeni (Meeus et al., 2018). Si può dunque affermare che il contesto paesaggistico influenza in modo significativo la diversità e l'abbondanza degli impollinatori (Steffan-Dewenter et al., 2002); in paesaggi altamente frammentati, in le distanze tra le risorse vegetali sono elevate, la persistenza delle comunità di impollinatori è fortemente minacciata (Öckinger & Smith, 2007).

Anche pesticidi ed insetticidi hanno effetti importanti sulla biodiversità degli impollinatori: i primi agiscono indirettamente diminuendo la presenza di specie ospiti, i secondi causano morte diretta (Potts et al., 2010). L'esposizione anche a minime dosi rende questi insetti più suscettibili a fattori di pressione causando, tra le altre cose, la perdita della capacità di orientamento nell'ambiente esterno impedendo quindi il ritorno al nido (Valter Bellucci et al., 2020).

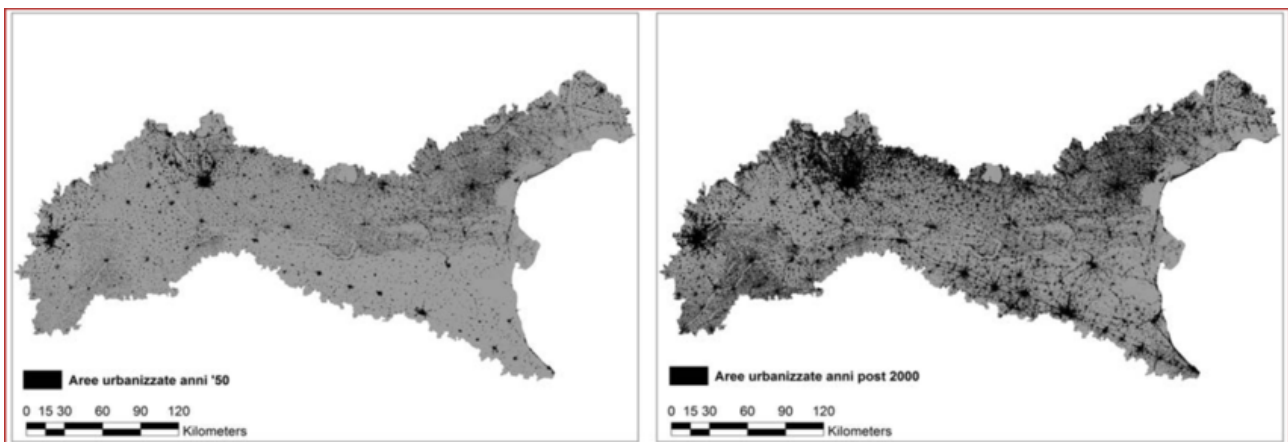


Figura 1.6: Trasformazione del paesaggio della Pianura Padana 1960 -2014 (Romano & Zullo, 2014)

1.2.2. Inquinamento ambientale

Tra le fonti più importanti di inquinamento ambientale vi sono i fertilizzanti (10%), pesticidi di origine chimica (13%), liquami e scarti di discarica provenienti dalle zone urbane e prodotti chimici industriali provenienti da fabbriche (3%) (Dudley & Alexander, 2017). Anche i metalli pesanti presenti nel suolo e il particolato fine disperso nell'aria sono inquinanti che minacciano gli impollinatori interagendo con il loro sistema immunitario. Questi assieme ai pesticidi e agli inquinanti che provengono dall'uso delle automobili, dalla combustione e dall'estrazione del carbone, sono in grado di legarsi al particolato fine depositandosi su tutte le superfici, incluse le cuticole degli insetti o dei fiori (figura 1.7). L'esposizione a metalli pesanti causa effetti negativi che vanno dalla perdita di memoria fino ad un aumento del tasso di mortalità (Feldhaar & Otti, 2020).

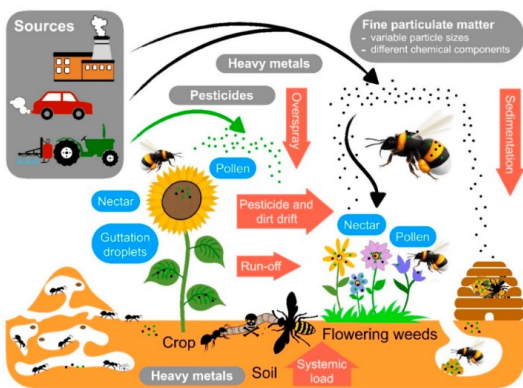


Figura 1.7: Inquinanti ambientali e vie di esposizione degli insetti impollinatori (Feldhaar & Otti, 2020)

1.2.3. Fattori climatici

I fattori climatici hanno sicuramente un effetto importante sugli impollinatori, quello che non è ancora chiaro è se il cambiamento climatico abbia un effetto negativo (Goulson et al., 2015).

Gli impatti del cambiamento secondo alcuni studi potrebbero potenzialmente compromettere la qualità del nettare avendo così un'influenza negativa sulla longevità di questi (Ziska et al., 2016). Secondo altri il cambiamento climatico comporta, in primo luogo, lo sfasamento del periodo di fioritura con l'attività degli impollinatori e, in secondo luogo, la variazione della distribuzione geografica dei patogeni che colpiscono gli impollinatori (Valter Bellucci et. al., 2020).

Altre problematiche correlate ai fattori climatici riguardano le aree colpite dalla siccità che potrebbe da una parte alterare negativamente la capacità delle piante di produrre polline e nettare e dall'altra interferire con la capacità di attrazione delle specie vegetali nei confronti degli impollinatori: questo causerebbe un effetto a cascata in cui le piante insufficientemente impollinate si estingueranno costringendo gli insetti a cercare nuove risorse.

1.2.4 Fattori biologici

Gli insetti impollinatori, e in particolar modo le api, sono naturalmente sottoposti al rischio di parassiti, parassitoidi e agenti patogeni la cui diffusione, nella maggior parte dei casi, è associata agli spostamenti dell'uomo (Goulson et al., 2015). A risentire maggiormente dell'attacco di agenti patogeni, e in particolare di funghi saprofiti, sembrano essere le api mellifere (Evison & Jensen, 2018).

1.3 Obiettivi della tesi

Questa tesi si pone l'obiettivo di valutare gli effetti del paesaggio e dell'habitat sulla diversità e l'abbondanza degli insetti impollinatori nella Pianura Veneta. Sono stati rilevati dati sull'abbondanza e sulla diversità di apoidei e sirfidi in 10 paesaggi Veneti (cinque dominati da aree semi-naturali e cinque da aree coltivate), ciascuno campionato in 15 punti. I campionamenti sono stati effettuati mediante transetti e ripetuti in tre diversi round, da maggio ad agosto. Da questo studio ci si aspetta di riscontrare diversità e abbondanza di impollinatori maggiori in paesaggi naturali rispetto a quelli agricoli. Ci si aspetta inoltre che habitat fortemente influenzati dall'attività dell'uomo, come ad esempio campi coltivati con colture annuali, registrino i valori più bassi.

2. Materiali e metodi

2.1 Area di studio:

L'area di studio di questa tesi comprende 10 paesaggi della Pianura Veneta aventi un'estensione di 1 Km² ciascuno (Tabella 2.1). Cinque di questi paesaggi erano dominati da aree semi-naturali con una percentuale di queste che andava dal 25% al 70% (Figura 2.1); gli altri cinque erano invece dominati da aree coltivate con una percentuale di aree semi-naturali che andava dall'1% al 3% (Figura 2.2).

Paesaggio	Posizione	Paesaggio	Latitudine	Longitudine
A	Legnaro PD	Agricolo	45,34520792	11,94680029
B	Borbiago (Mira, VE)	Agricolo	45,45304112	12,14369313
C	Polverara (PD)	Agricolo	45,28606537	11,95861873
D	Pegolotte (Cona, VE)	Naturale	45,17785817	12,0560091
E	Adria (RO)	Agricolo	45,06320102	12,07653428
F	Bosco Nordio (Chioggia, VE)	Naturale	45,12915741	12,26921544
G	Bosco di Mestre (VE)	Naturale	45,52262064	12,28161933
H	Cessalto (TV)	Naturale	45,70568462	12,58012565
I	Bosco Bandiziol (San Stino di Livenza, VE)	Naturale	45,75779367	12,69579963
J	Caorle (VE)	Agricolo	45,69100744	12,75968454

Tabella 2.1: Paesaggi in cui sono stati eseguiti 3 round di campionamenti

Tra questi, due paesaggi rientrano in aree protette:

- Bosco Nordio, divenuto una Riserva Naturale Integrale nel 1971 la cui gestione è attualmente affidata a Veneto Agricoltura;
- Pegolotte, all'interno del quale si estende una ZPS (Zona di Protezione Speciale) conosciuta come "Garzaia della Tenuta Civrana" .

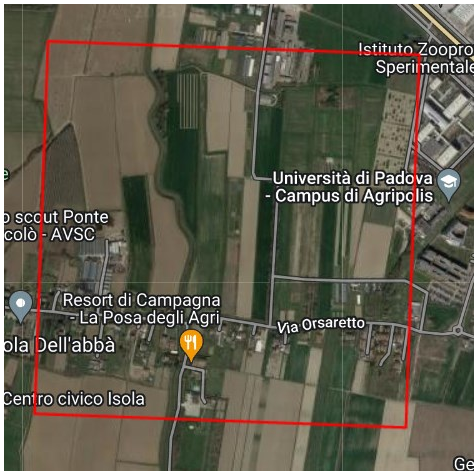


Figura 2.1: Immagine satellitare del paesaggio A (Legnaro, PD) dominato da ambiente agricolo

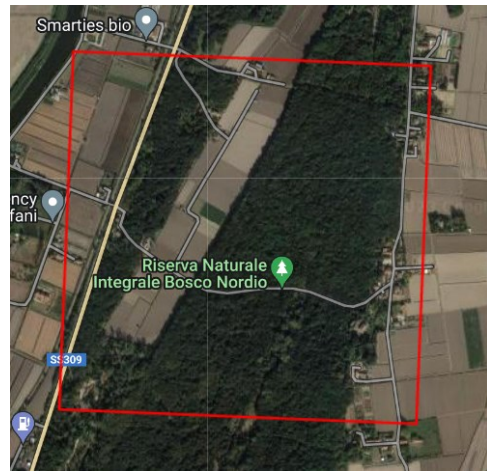


Figura 2.2: Immagine satellitare del paesaggio F (Bosco Nordio, VE) dominato da ambiente naturale

2.1.1. Selezione dei siti

In ciascun paesaggio sono stati posizionati 15 siti di campionamento. Questi siti erano posizionati in habitat agricoli (campi a colture annuali e vigneti), semi-naturali (margini di campo e siepi) e naturali (prati e bosco) in modo proporzionale alla quantità degli habitat stessi, ad esempio, nei paesaggi naturali la maggior parte dei punti (9 su 15) era localizzata in habitat naturali o semi-naturali.

2.2. Campionamento di insetti impollinatori

Il metodo utilizzato per il campionamento di insetti impollinatori è stato quello del transetto, il metodo più diffuso per il campionamento degli apoidei (Westphal et al., 2008).

Il transetto è un corridoio ove si esegue una lenta camminata al fine di individuare o, come nel nostro caso, catturare gli insetti che si incontrano. Lungo il transetto gli insetti visti che non sono stati catturati sono stati comunque registrati; inoltre sono state anche campionate le piante fiorite, identificandone le specie e stimando la copertura di ognuna. Le catture nel nostro caso hanno riguardato apoidei e sirfidi in quanto impollinatori più importanti e diffusi nel territorio.

Ogni transetto prevedeva una lunghezza di 150 m, un'altezza massima di 1,5 m dal suolo, una distanza laterale dal tragitto pari a 1 m a destra e 1 m a sinistra (2 m totali) e una durata di 10 minuti.

Per questo studio i campionamenti nei 10 paesaggi sono stati svolti in 3 round: il primo a maggio, il secondo a giugno ed il terzo a luglio cercando di evitare giornate piovose e troppo ventilate che avrebbero potuto compromettere i risultati.

Per ogni campionamento abbiamo indicato le seguenti misure:

- Luce del sole %, ovvero il tempo in cui il transetto è stato eseguito sotto il sole
- Ombra %, ovvero il tempo in cui il transetto è stato eseguito all'ombra

- Vento, usando come indicatori da assente a forte
- Copertura fiorale, ovvero una stima della quantità di superficie del transetto coperta da piante in fiore
- Copertura vegetale, ovvero una stima della quantità di superficie del transetto coperta da specie vegetali
- Altezza media della vegetazione erbacea, espressa cm
- Gestione agronomica, qualora fosse presente
- Specie delle piante di fioritura e loro abbondanza relativa

2.3 Smistamento

Una volta portate le provette in laboratorio è stato eseguito lo smistamento, operazione svolta in più passaggi. In primo luogo sono stati suddivisi, per ciascun sito, gli apoidei dai sirfidi (Figure 2.3 e 2.4): i primi successivamente spillati per l'identificazione, i secondi raccolti in ulteriori provette che sarebbero poi state esaminate da un esperto esterno.



Figure 2.3 e 2.4: Operazioni di suddivisione degli insetti campionati in api e sirfidi

2.4. Riconoscimento di sirfidi ad apoidei

2.4.1. Riconoscimento sirfidi

I sirfidi sono ditteri caratterizzati dalla presenza di due sole ali membranose; il tratto distintivo per il loro riconoscimento è la presenza di una falsa vena nelle ali chiamata "vena spuria" (Figura 2.5).

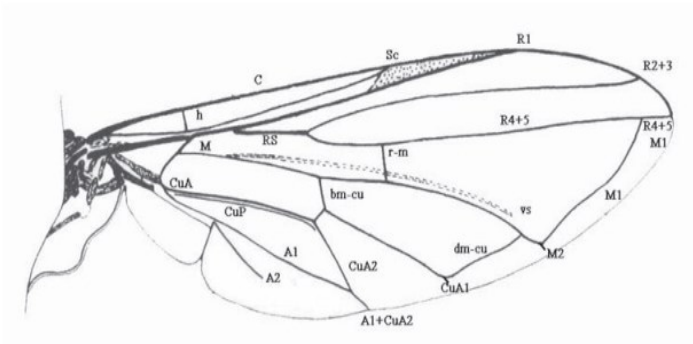


Figura 2.5: Venature dell'ala di Sirfidi (Burgio G. et. al.,2015) .

2.4.2. Riconoscimento apoidei

Gli Apoidei sono imenotteri caratterizzati dalla presenza di 4 ali membranose e zampe posteriori tendenzialmente pelose. Si distinguono dagli altri Imenotteri Aculeati per il pronoto (2.6) che dorsalmente forma un collare non prolungato a toccare la base delle ali (tegula); nelle api il collare è sottile e vicino al mesonoto.

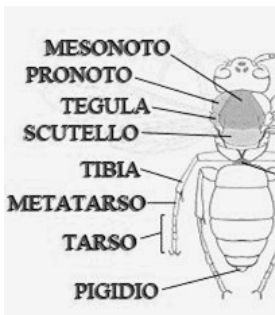


Figura 2.6: Anatomia apoidei (Roberto Scherini, 2007 - linnea.it)

2.4.3. Identificazione apoidei

Prima di procedere con l'identificazione degli apoidei è stato necessario identificare gli esemplari maschi contando il numero di segmenti delle antenne (13 nei maschi e 12 nelle femmine) per poi estrarne le appendici genitali, carattere distintivo per l'identificazione della specie. Per l'estrazione sono stati utilizzati microscopio e pinzette rigide con punte sottili. Fatto questo gli esemplari sono stati spillati (Figura 2.7) e riconosciuti a livello di genere mediante l'utilizzo di chiavi dicotomiche, una per i maschi e una per le femmine (Chiavi di Michez D. at. al., 2019 - Bees of Europe).

Tra i caratteri distintivi che sono stati analizzati durante lo studio vi sono:

- a) Antenne e profilo: lunghezza e direzione rispetto all'addome e profilo più o meno sporgente rispetto all'asse degli occhi

- b) Ali anteriori: numero delle cellule submarginali (3 negli apoidei), distanze tra vene ricorrenti e trasversali, colore
- c) Occhi: direzione, continuità o distanza tra essi
- d) Femore mediano: presenza o assenza di peli
- e) Tergiti: colori e aspetto

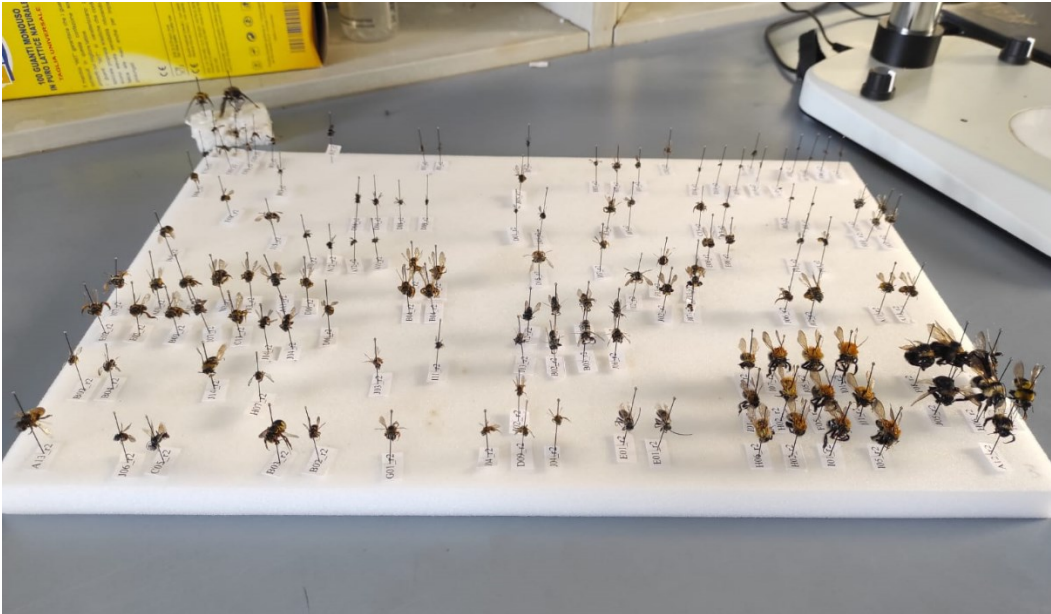


Figura 2.7: Apoidei spillati con cartellino identificativo

3. Risultati: confronti tra habitat diversi e paesaggi

In totale sono stati catturati 1055 esemplari di insetti impollinatori, di cui 476 apoidei e 554 sirfidi. La diversità è stata analizzata solo per gli apoidei in quanto impollinatori più importanti. Sono dunque stati registrati 20 generi di api selvatiche; nel paesaggio I è stata riscontrata la diversità più elevata contando 13 generi.

L'abbondanza più elevata invece è stata riscontrata per quanto riguarda gli apoidei nel paesaggio naturale D (Pegolotte, VE) in cui 6 siti erano in habitat agricoli a colture annuali, 3 lungo siepi, altri 3 in vigneti, 2 in boschi e 1 lungo margini di campo; per i sirfidi invece nel paesaggio agricolo

Nella tabella 3.1 sono riportati i generi identificati e le relative abbondanze. Il genere più abbondante nei tre round totali risulta essere *Halictus*, mentre, quelli con le abbondanze minori sono *Anthidiellum*, *Macropis* e *Sphecodes*.

Generi	Abbondanze
<i>Anthidiellum</i>	1
<i>Macropis</i>	1
<i>Sphecodes</i>	1
<i>Coelioxys</i>	2
<i>Nomada</i>	2
<i>Osmia</i>	2
<i>Systropha</i>	3
<i>Apis</i>	4
<i>Hylaeus</i>	5
<i>Anthidium</i>	6
<i>Ceratina</i>	6
<i>Heriades</i>	10
<i>Nomiapis</i>	13
<i>Megachile</i>	17
<i>Seladonia</i>	19
<i>other_Apoidea</i>	25
<i>Eucera</i>	30
<i>Andrena</i>	43
<i>Bombus</i>	72
<i>Lasioglossum</i>	86
<i>Halictus</i>	129

Tabella 3.1: Abbondanze e diversità dei generi identificati nei 3 round

Per quanto riguarda invece la diversità dei generi nel primo secondo e terzo round, questa è rappresentata rispettivamente dai grafici 3.2, 3.3 e 3.4. Appare evidente la prevalenza del genere *Lasioglossum* nei round uno (23%) e due (19%). Nel terzo round invece la stragrande maggioranza degli apoidei raccolti appartiene al genere *Halictus* (37%).

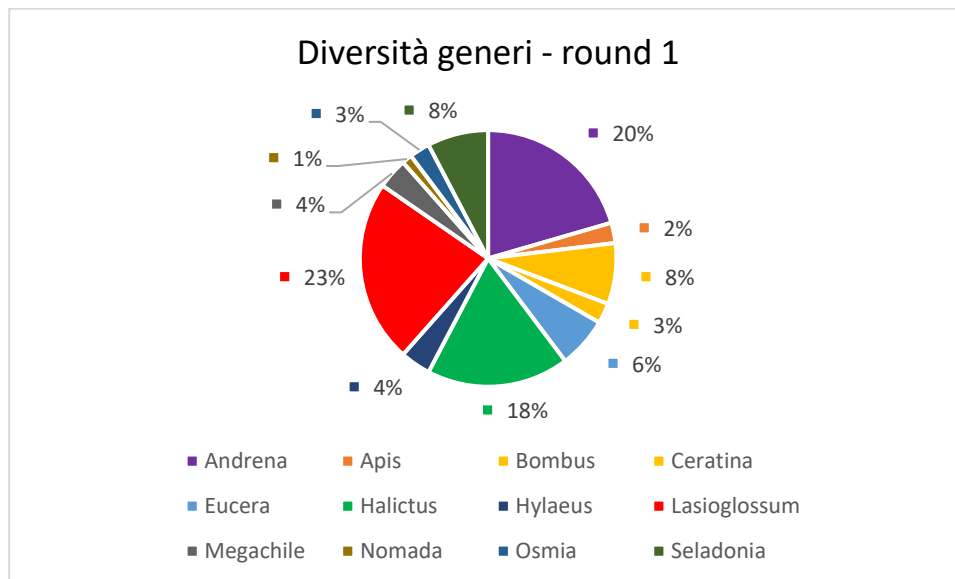


Grafico 3.2: Diversità dei generi di apoidei nel primo round di campionamenti

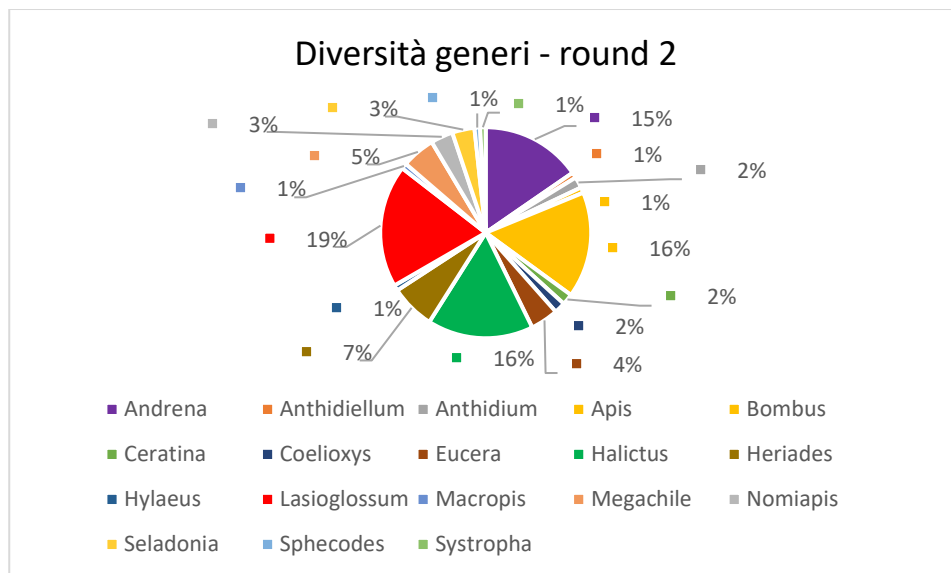


Grafico 3.3: Diversità dei generi nel secondo round di campionamenti

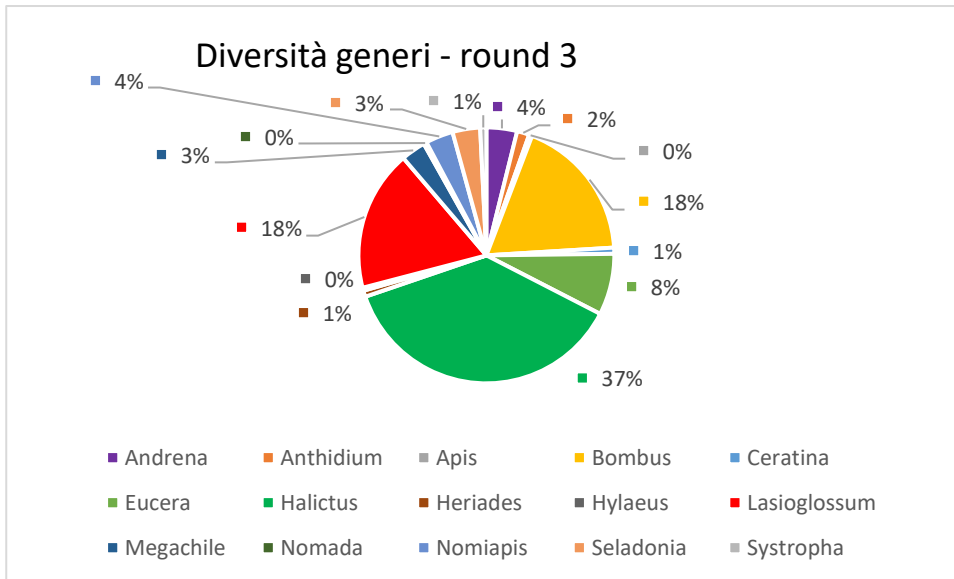


Grafico 3.4: Diversità dei generi nel terzo round di campionamenti

L'effetto del paesaggio sulla diversità dei generi degli apoidei è rappresentata nel grafico 3.5.; è evidente che il paesaggio naturale I offre la più alta diversità di apoidei, 13 generi.

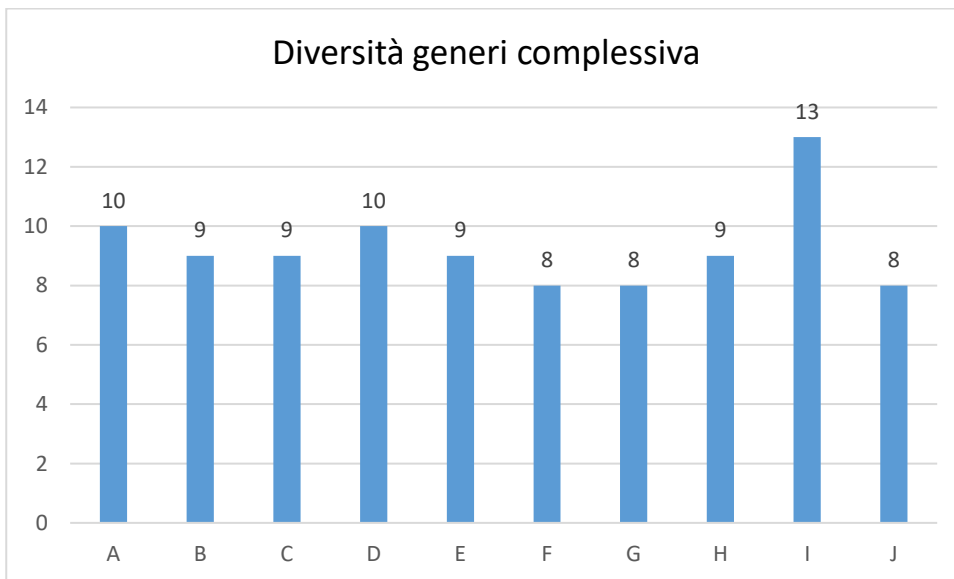


Grafico 3.5: Effetto del paesaggio sulla diversità degli apoidei

L'effetto che il paesaggio ha invece sull'abbondanza degli impollinatori catturati è rappresentato dai grafici 3.6 per quanto riguarda gli apoidei e 3.7 per i sirfidi. Anche in questo caso il paesaggio D risulta essere al primo posto, contando 90 esemplari di apoidei. Per quanto riguarda i sirfidi invece sembra essere il paesaggio E il più ricco di esemplari, 119, seguito dal paesaggio I con 98.

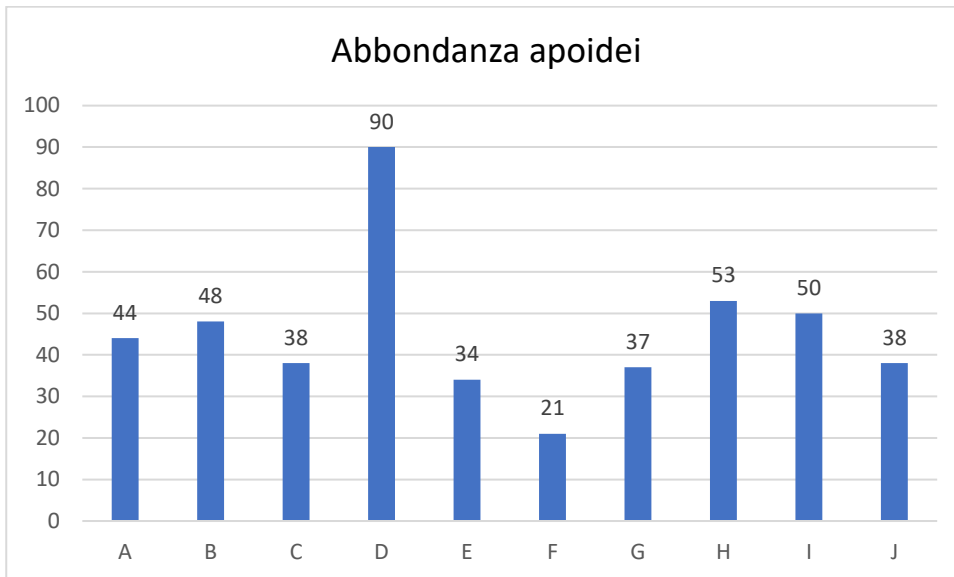


Grafico 3.6: Effetto del paesaggio sull'abbondanza di apoidei

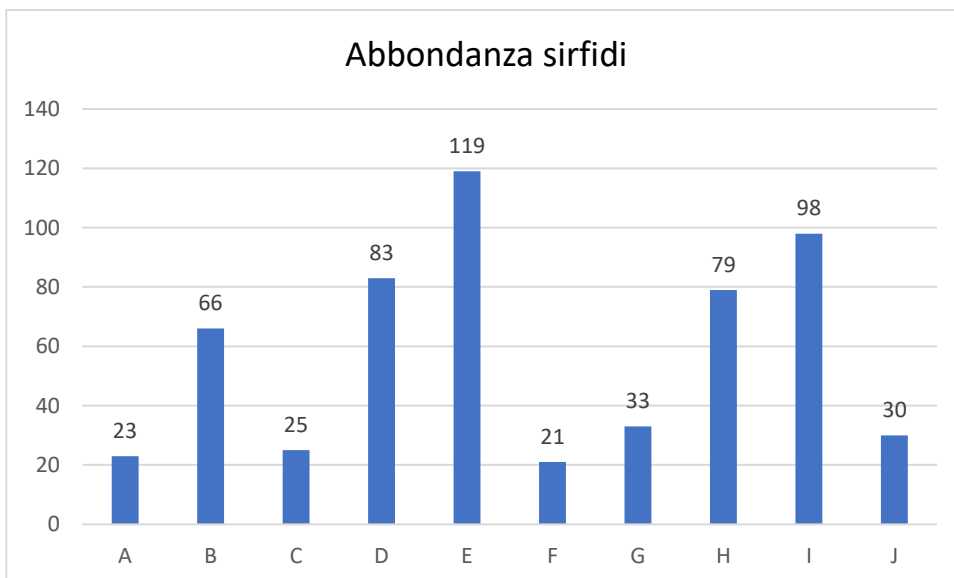


Grafico 3.7: Effetto del paesaggio sull'abbondanza di sirfidi

Nel grafico 3.8 sono riportati invece i dati relativi all'effetto degli habitat sulla diversità degli apoidei. È evidente che habitat naturali e semi-naturali, come prati e margini di campo, costituiscono un habitat idoneo ad una maggiore diversità di apoidei. Nel grafico 3.9 si può notare come la diversità degli apoidei aumenta da maggio ad agosto.

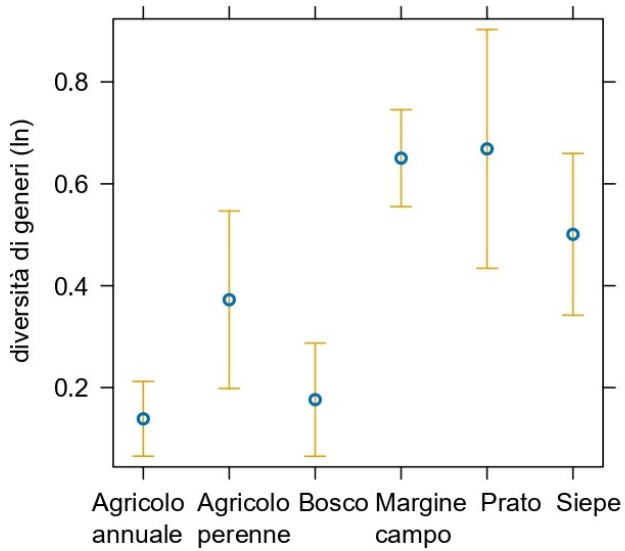


Grafico 3.8: Effetto dell'habitat sulla diversità di apoidei

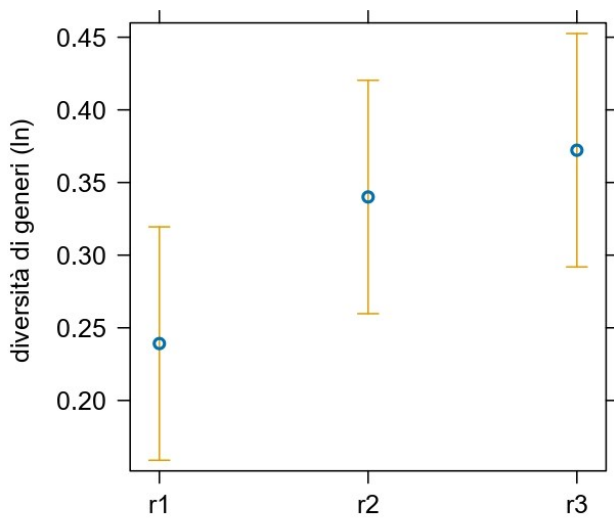


Grafico 3.9: Diversità di apoidei nei 3 round

Per quanto riguarda infine i dati sull'abbondanza di apoidei (Grafico 3.10) e sirfidi (Grafico 3.12) si riscontra una netta prevalenza di apoidei in prati e margini di campi rispetto a quelli presenti in habitat agricoli. L'abbondanza dei sirfidi più elevata è stata invece registrata in habitat agricoli perenni (vigneti). I grafici 3.11 e 3.13 mostrano come variano le abbondanze di apoidei e sirfidi nei vari round. Mentre l'abbondanza delle api aumenta da maggio ad agosto, quella dei sirfidi diminuisce.

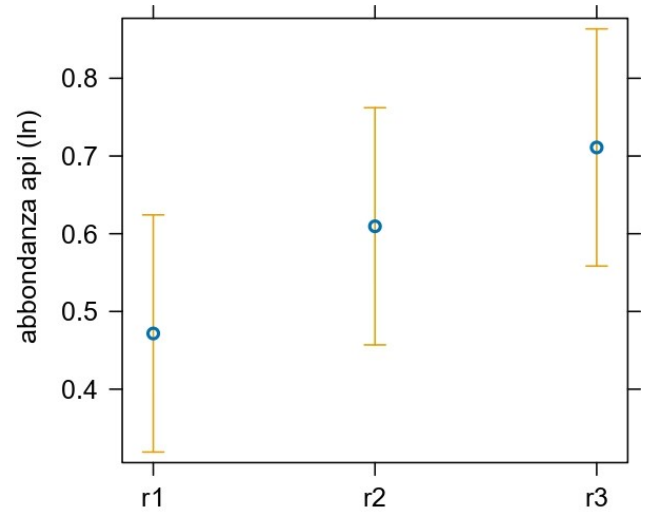
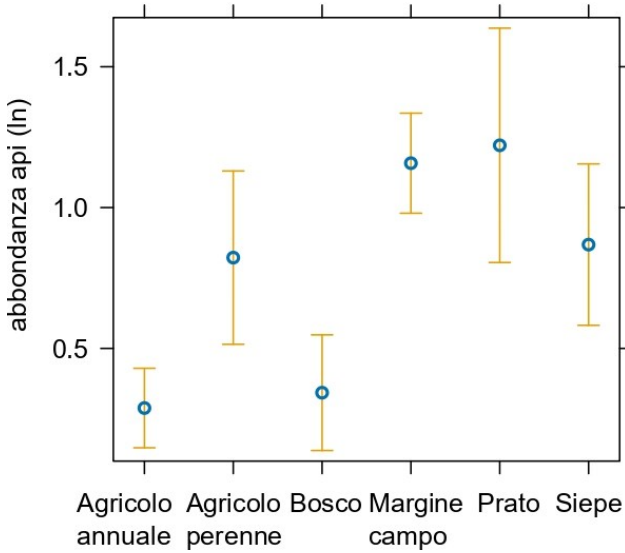


Grafico 3.10: Effetto dell'habitat sull'abbondanza di apoidei

Grafico 3.11: Abbondanza di apoidei nei 3 round

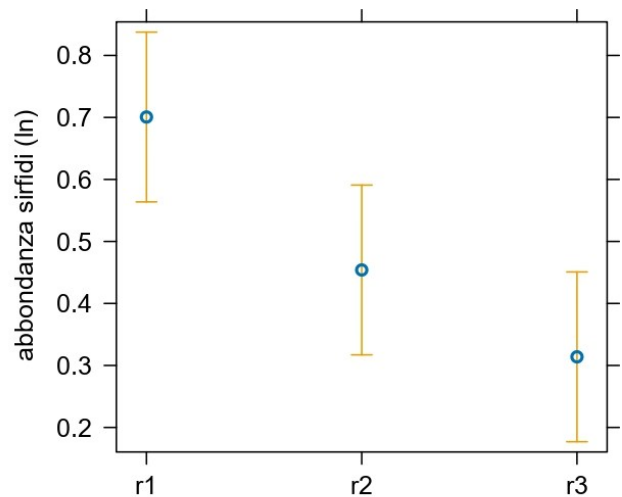
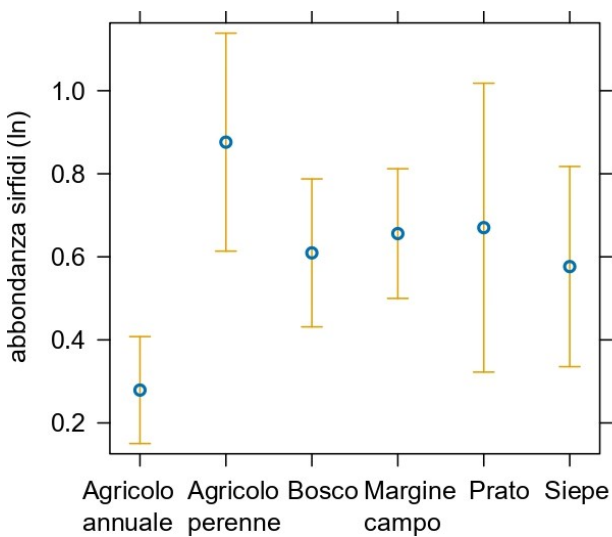


Grafico 3.12: Effetto dell'habitat sull'abbondanza di sirfidi

Grafico 3.13: Abbondanza di sirfidi nei 3 round

4. Discussione

La perdita di biodiversità degli insetti impollinatori è causata, nella maggior parte dei casi, dalle attività umane. I principali fattori di declino delle specie impollinatrici sembrano essere, in ordine di importanza: l'intensificazione dell'agricoltura con la conseguente destrutturazione di habitat e l'aumento dell'uso di pesticidi, l'inquinamento ambientale, i fattori biologici e il cambiamento climatico. L'obiettivo di questa tesi è dunque quello di valutare gli effetti del paesaggio e dell'habitat sulla diversità e l'abbondanza degli insetti impollinatori nella Pianura Veneta.

In questo studio sono stati catturati 1055 esemplari di insetti impollinatori, di cui 476 apoidei e 554 sirfidi. Sono 20 i generi di api selvatiche registrati: come si può osservare nella Tabella 1, il genere più abbondante considerando tutti e tre i round risulta essere *Halictus* che conta 129 esemplari; il genere *Halictus* in effetti appartiene alla seconda famiglia più numerosa delle api, a seguito degli *Apidae*, contando circa 6000 specie (Allahverdi et al., 2022). Considerando invece le diversità di ciascun round si è osservato che nel primo e nel secondo (Grafico 3.2 e 3.3) il genere più abbondante è stato *Lasioglossum* mentre solo nel terzo (Grafico 3.4) è stato *Halictus*; questa differenza, tra due generi appartenenti alla famiglia, *Halictidae*, si può spiegare con temporanee modificazioni di alcuni siti (ad esempio margini sfalciati) ma anche con il diverso periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti, che corrisponde a fine maggio – inizio luglio per i primi due round e fine luglio inizio agosto per il terzo.

Come è risaputo, l'intensità dell'uso del suolo e la struttura del paesaggio determinano la ricchezza di specie vegetali e insetti in Europa (Dormann et al., 2008). In questo studio l'effetto del paesaggio sulla diversità degli apoidei ha confermato i risultati citati (Grafico 3.5), infatti, la quantità di generi identificati varia notevolmente mantenendo valori mediamente più bassi nei paesaggi agricoli. Il paesaggio naturale I conta il numero più elevato, 13. Un risultato che può invece sorprendere è la scarsa diversità riscontrata nel paesaggio G (Bosco Nordio, Riserva Integrale Naturale), solo 8 generi. Sebbene molti studi affermino che habitat come foreste e boschi siano di fondamentale importanza per la diversità globale degli impollinatori (Ulyshen et al., 2023) è stato dimostrato che l'abbondanza sia di api selvatiche che di api mellifere gestite era più bassa all'interno di habitat boschivi in quanto questi forniscono, con i loro margini, un luogo prezioso per i nemici naturali (mosche predatrici e vespe parassite) (Bartual et al., 2019). Le comunità di impollinatori all'interno di boschi e foreste risultano essere impoverite anche a causa dalla scarsa disponibilità di fiori e di risorse per la nidificazione presenti in sottoboschi troppo ombreggiati dalla fitta chioma arborea ha effetti negativi sulla diversità degli impollinatori (Coulin et al., 2019).

È stato poi studiato l'effetto del paesaggio sull'abbondanza degli impollinatori. È noto che a una maggiore abbondanza e diversità delle risorse floreali corrisponde una maggiore biodiversità di insetti impollinatori (Wilson & Jamieson, 2019). Questo è stato confermato dal nostro studio in cui paesaggi naturali sono stati i più frequentati dagli apoidei (Grafico 3.6). Per quanto riguarda i sirfidi (Grafico 3.7) sembra che l'abbondanza

più elevata riguarda il paesaggio agricolo E con 119 esemplari; il motivo di questo dato “anomalo” si può spiegare con la cattura (nel primo round) di ben 61 sirfidi in uno solo dei tre siti posizionati in habitat naturali. Allo stesso modo del paesaggio, anche l’habitat ha effetti sulla diversità e l’abbondanza degli impollinatori. Per quanto riguarda la diversità di apoidei (Grafico 3.8) è evidente che habitat naturali o semi-naturali, come prati e margini di campo, ospitano la maggior diversità di generi; nel grafico 3.9 si può inoltre notare come la diversità degli apoidei aumenti da maggio ad agosto, risultato dell’incremento della diversità delle specie vegetali interessate dagli impollinatori. Per quanto riguarda l’abbondanza di apoidei (Grafico 3.10) la più elevata si è registrata negli habitat in cui anche la loro diversità era maggiore (prati e margini di campi) mentre invece per i sirfidi (grafico 3.12) l’abbondanza più elevata è stata registrata in habitat agricoli perenni che nel nostro caso sono rappresentati da vigneti.

I grafici 3.11 e 3.13 mostrano come variano le abbondanze di apoidei e sirfidi nei vari round: mentre l’abbondanza delle api aumenta da maggio ad agosto, quella dei sirfidi diminuisce. Questa differenza si può spiegare con la diversa collocazione nel tempo delle fasi del ciclo biologico, in particolar modo il momento di svernamento (più anticipato nei sirfidi rispetto agli apoidei), ma anche con la diversità di specie vegetali in fioritura durante tutto il periodo. Dunque, più generalmente, la differenza è spiegata dall’influenza che il normale aumento delle temperature da maggio ad agosto ha sul ciclo biologico di insetti e specie vegetali.

Per preservare la diversità e l’abbondanza degli impollinatori è, quindi, importante conoscere il modo in cui l’habitat locale e il paesaggio possono influenzare le comunità di insetti (Madureira et al., 2023). Dalle risposte di api e sirfidi osservate nei diversi habitat si intuisce che la salvaguardia e il ripristino di specie floreali ha un ruolo cruciale nella loro conservazione. Le strategie che da questo studio risultano essere vincenti prevedono l’affermarsi di un’agricoltura sempre più sostenibile che tenga conto dell’importanza dell’inserimento sia di aree semi-naturali come siepi, boschetti o filari lungo i margini dei campi coltivati sia di aree seminate con un miscuglio dei fiori più visitati dagli impollinatori locali.

5. BIBLIOGRAFIA

- Allahverdi M., Radchenko V., Fekrat L., Sadeghi H., Nadimi A., 2022. New and additional data on the sweat bees of halictus genus-group (hymenoptera apoidea halictidae) from Iran
- Bartual, A. M., Sutter, L., Bocci, G., Moonen, A.-C., Cresswell, J., Entling, M., Giffard, B., Jacot, K., Jeanneret, P., Holland, J., Pfister, S., Pintér, O., Veromann, E., Winkler, K., & Albrecht, M. (2019). The potential of different semi-natural habitats to sustain pollinators and natural enemies in European agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 279, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.009>
- 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>
- Coulin, C., Aizen, M. A., & Garibaldi, L. A. (2019). Contrasting responses of plants and pollinators to woodland disturbance. *Austral Ecology*, 44(6), 1040–1051. <https://doi.org/10.1111/aec.12771>
- Dudley, N., & Alexander, S. (2017). Agriculture and biodiversity: A review. *Biodiversity*, 18(2–3), 45–49. <https://doi.org/10.1080/14888386.2017.1351892>
- Evison, S. E., & Jensen, A. B. (2018). The biology and prevalence of fungal diseases in managed and wild bees. *Current Opinion in Insect Science*, 26, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.010>
- Feldhaar, H., & Otti, O. (2020). Pollutants and Their Interaction with Diseases of Social Hymenoptera. *Insects*, 11(3), Articolo 3. <https://doi.org/10.3390/insects11030153>
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science (New York, N.Y.)*, 347(6229), 1255957. <https://doi.org/10.1126/science.1255957>
- Kevan, P. G., & Baker, H. G. (1983). Insects as Flower Visitors and Pollinators. *Annual Review of Entomology*, 28(1), 407–453. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.002203>
- LeBuhn, G., & Vargas Luna, J. (2021). Pollinator decline: What do we know about the drivers of solitary bee declines? *Current Opinion in Insect Science*, 46, 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2021.05.004>
- Madureira, M., Rodrigues, I., Villa, M., & Pereira, J. A. (2023). The surrounding landscape shapes the abundance of *Sphaerophoria scripta* and *Melanostoma mellinum* (Diptera: Syrphidae) in Portuguese vineyards. *Agricultural and Forest Entomology*, 25(2), 206–216. <https://doi.org/10.1111/afe.12544>
- Meeus, I., Pisman, M., Smagghe, G., & Piot, N. (2018). Interaction effects of different drivers of wild bee decline and their influence on host–pathogen dynamics. *Current Opinion in Insect Science*, 26, 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.007>
- Öckinger, E., & Smith, H. G. (2007). Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 44(1), 50–59. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01250.x>
- Ollerton, J. (2017). Pollinator Diversity: Distribution, Ecological Function, and Conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48(1), 353–376. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919>
- 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>
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- P. Sol, J. A. H., R. Peeketi, A., Vyas, N., J. Schenning, A. P. H., K. Annabattula, R., & G. Debije, M. (2019). Butterfly proboscis-inspired tight rolling tapered soft actuators. *Chemical Communications*, 55(12), 1726–1729. <https://doi.org/10.1039/C8CC09915D>
- Rader, R., Cunningham, S. A., Howlett, B. G., & Inouye, D. W. (2020). Non-Bee Insects as Visitors and Pollinators of Crops: Biology, Ecology, and Management. *Annual Review of Entomology*, 65(1), 391–407. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025055>
- Romano, B., & Zullo, F. (2014). Dai modelli trasformativi alla politica per il suolo: Riflessioni su mezzo secolo di eventi. *Reticula*, 23–28.
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Steffan-Dewenter, I., Münzenberg, U., Bürger, C., Thies, C., & Tschardtke, T. (2002). Scale-Dependent Effects of Landscape Context on Three Pollinator Guilds. *Ecology*, 83(5), 1421–1432. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[1421:SDEOLC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[1421:SDEOLC]2.0.CO;2)
- Wardhaugh, C. W. (2015). How many species of arthropods visit flowers? *Arthropod-Plant Interactions*, 9(6), 547–565. <https://doi.org/10.1007/s11829-015-9398-4>
- 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.
- Williams, I. H. (2002). *INSECT POLLINATION AND CROP PRODUCTION: A EUROPEAN PERSPECTIVE*.
- Wilson, C. J., & Jamieson, M. A. (2019). The effects of urbanization on bee communities depends on floral resource availability and bee functional traits. *PLOS ONE*, 14(12), e0225852. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225852>
- Ziska, L. H., Pettis, J. S., Edwards, J., Hancock, J. E., Tomecek, M. B., Clark, A., Dukes, J. S., Loladze, I., & Polley, H. W. (2016). Rising atmospheric CO₂ is reducing the protein concentration of a floral pollen source essential for North American bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1828), 20160414. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0414>