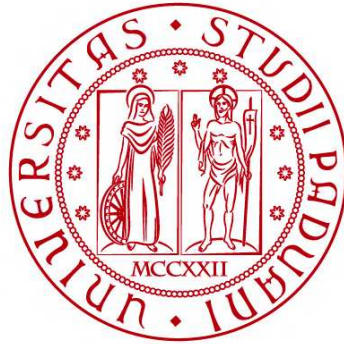


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

Corso di Laurea in Scienze Naturali



ELABORATO DI LAUREA

**CAMPIONAMENTO E IDENTIFICAZIONE
DELL'ENTOMOFAUNA INTERAGENTE CON
KOSTELETZKYA PENTACARPOS (L.) LEDEB NELLA
LOCALITÀ DI PUNTA SABBIONI (VE)**

Tutor: Dott.ssa Mariacristina Villani

Dipartimento di Biologia

Laureanda: Anita Casanova De Marco

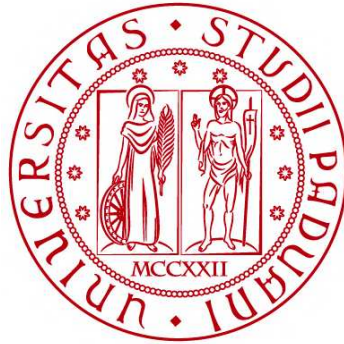
Matricola n. 2009898

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

Corso di Laurea in Scienze Naturali



ELABORATO DI LAUREA

**CAMPIONAMENTO E IDENTIFICAZIONE
DELL'ENTOMOFAUNA INTERAGENTE CON
KOSTELETZKYA PENTACARPOS (L.) LEDEB NELLA
LOCALITÀ DI PUNTA SABBIONI (VE)**

Tutor: Dott.ssa Mariacristina Villani

Dipartimento di Biologia

Laureanda: Anita Casanova De Marco

Matricola n. 2009898

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

Abstract

Kosteletzkya pentacarpos (L.) Ledeb è una pianta appartenente alla famiglia delle Malvaceae, nativa della regione biogeografica eurosiberiana, distribuita dalla Russia alla Persia, e dall'Italia alla Catalogna. Tuttavia, le profonde pressioni di natura antropica degli ultimi decenni ne hanno ristretto l'areale di distribuzione, specialmente nelle coste europee del Mediterraneo.

In questa tesi si vuole descrivere una delle attività svolte nell'ambito del progetto di conservazione LIFE SEEDFORCE, riguardante nello specifico lo studio delle interazioni mutualistiche di impollinazione tra la specie botanica e l'entomofauna con cui condivide l'ambiente litoraneo di Punta Sabbioni. In assenza di dati di letteratura relativi agli impollinatori, è stato campionato tutto lo spettro di insetti con cui *K. pentacarpos* interagisce in modo da avere un maggior numero di dati e porre le basi per una lista di possibili insetti pronubi.

L'attività è avvenuta nel primo anno del progetto, rappresentando quindi una fase esplorativa in cui è stato tarato il metodo di campionamento e identificazione, da testare e migliorare negli anni seguenti.

L'approccio utilizzato ha comunque messo in luce una diversa distribuzione degli organismi visitatori in quattro ordini di insetti, a sfavore dei ditteri e a favore degli imenotteri. Le informazioni ottenute hanno permesso di definire, in maniera seppur semplificata ed approssimativa, alcuni degli effetti sulla popolazione di *K. pentacarpos* degli insetti che la utilizzano come parte del proprio habitat. Questi effetti dipendono dal ruolo ecologico degli insetti visitatori, che, uniti alle variazioni pedologiche, climatiche e cenologiche, forniscono un quadro d'insieme con cui individuare i fattori che potrebbero essere significativi nel determinare il successo di eventuali azioni di conservazione *in situ* ed *ex situ*.

Indice

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Introduzione | 1 |
| 1.1 | L'importanza della conservazione | 1 |
| 1.2 | Obiettivi..... | 1 |
| 1.3 | Le interazioni pianta-insetto | 2 |
| 1.4 | Il progetto LIFE SEEDFORCE..... | 4 |
| 1.5 | La specie vegetale | 7 |
| 1.5.1 | Corologia..... | 7 |
| 1.5.2 | Forma biologica e forma di crescita..... | 8 |
| 1.5.3 | Caratteri riproduttivi..... | 9 |
| 1.5.4 | Vulnerabilità | 10 |
| 1.6 | L'ambiente litoraneo di Punta Sabbioni..... | 10 |
| 2. | Materiali e metodi | 12 |
| 2.1 | Attività sul campo | 12 |
| 2.1.1 | Fase 1: scelta del periodo di raccolta..... | 13 |
| 2.1.2 | Fase 2: selezione dei plot..... | 13 |
| 2.1.3 | Fase 3: raccolta dati biometrici e fenologici | 14 |
| 2.1.4 | Fase 4: rilievo e prelievo entomologico | 14 |
| 2.1.5 | Fase 5: etichettatura dei campioni prelevati | 15 |
| 2.2 | Attività in laboratorio..... | 15 |
| 2.3 | Analisi dati..... | 16 |
| 3. | Risultati | 18 |
| 3.1 | Identificazione..... | 18 |
| 3.1.1 | Fitofagi | 21 |
| 3.1.2 | Impollinatori | 21 |
| 3.1.3 | Parassiti e predatori..... | 21 |
| 3.1.4 | Saprofagi | 22 |
| 3.2 | Dati biometrici e fenologici di <i>K. pentacarpos</i> | 22 |
| 3.3 | Abbondanza entomologica | 23 |
| 4. | Discussione | 25 |
| 5. | Conclusioni..... | 30 |
| | Bibliografia | 32 |
| | Sitografia | 35 |
| | Appendice I..... | 36 |
| | Appendice II..... | 43 |

1. Introduzione

1.1 L'importanza della conservazione

La continua crescita della popolazione umana e del relativo consumo di servizi ecosistemici ha generato uno sfruttamento sempre più insostenibile delle risorse del pianeta, che ha portato all'instaurarsi di cambiamenti del sistema climatico terrestre, responsabili di fenomeni su larga scala come l'acidificazione degli oceani, il riscaldamento globale e la conseguente perdita di biodiversità (Fischer et al. 2012).

La Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) afferma che la biodiversità, definita come "la variabilità degli organismi viventi di ogni origine [...] ed i complessi ecologici di cui fanno parte", è indispensabile per il funzionamento ed il mantenimento degli ecosistemi terrestri e di tutti gli organismi che ne fanno parte (Rands et al., 2010). A tal proposito, al Vertice sulla Terra del 1992 a Rio de Janeiro, uno dei principali accordi adottati dai 193 paesi firmatari (detti Parti) è stata proprio la Convenzione sulla Diversità Biologica, un trattato internazionale giuridicamente vincolante con tre principali obiettivi:

- conservazione della diversità biologica a tutti i suoi livelli;
- uso durevole dei suoi componenti;
- ripartizione giusta ed equa dei benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche

(<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/convenzioni-e-accordi-multilaterali/convenzione-sulla-biodiversita-convention-on-biological-diversity>).

L'*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) ha dichiarato che la biodiversità sta diminuendo più velocemente che in qualsiasi altro momento della storia umana, e che sono necessarie azioni sinergiche per contrastare questo trend (<https://www.isprambiente.gov.it/files2023/area-stampa/comunicati-stampa/2023comunicato-ipbes.pdf>).

1.2 Obiettivi

In questa tesi si vuole descrivere una delle attività svolte nell'ambito del progetto di conservazione "Using SEED banks to restore and reinFORCE the endangered native plants of Italy", contrassegnato dall'acronimo LIFE SEEDFORCE e identificato dalla sigla LIFE20 NAT/IT/001468. Il progetto riguarda nello specifico lo studio delle interazioni

mutualistiche di impollinazione tra la specie botanica *Kosteletzkya pentacarpos* (L.) Ledeb e l'entomofauna con cui condivide l'ambiente litoraneo di Punta Sabbioni, nel tentativo di capire se uno dei motivi alla base della vulnerabilità sia legato alla fecondazione. Non essendo disponibili dati di letteratura relativi agli impollinatori di *K. pentacarpos*, è stato campionato tutto lo spettro di insetti con cui interagisse in modo da avere un maggior numero di dati e porre le basi per una lista di possibili insetti impollinatori.

1.3 Le interazioni pianta-insetto

Ogni organismo che occupa un determinato habitat entra periodicamente a contatto con altri, conspecifici e non, che vivono in quello stesso territorio. Se per gli animali, in gran parte mobili, è possibile fuggire o nascondersi, per le piante, sessili o con capacità motoria limitata, è molto raro sottrarsi ai fattori biotici e abiotici che costituiscono l'ambiente: per sopravvivere, esse hanno quindi evoluto risposte molecolari, visive o meccaniche ai diversi stimoli ambientali, che vengono formulate nel minor tempo possibile. Da qui derivano la caratteristica plasticità fenotipica, le disparate strategie adattative e la capacità biosintetica di metaboliti secondari, che sono stati riconosciuti per la loro complessità come il "linguaggio delle piante". I metaboliti secondari sono composti non nutrizionali di struttura molecolare variabile, sintetizzati, per rispondere ai fattori abiotici (metaboliti protettivi) e biotici (metaboliti deterrenti o attrattivi), a livello di rizosfera, caulosfera, fillosfera, antosfera e carposfera (Bruni et al., 2018).

Le interazioni biotiche possono interessare due o più organismi ed essere di vario tipo:

- casuali o non casuali;
- intraspecifiche o interspecifiche;
- simbiotiche o non simbiotiche;
- positive, negative o neutre;
- simmetriche o asimmetriche.

Nel complesso, sono importanti perché permettono di modificare i tassi di fitness e sopravvivenza di almeno uno degli organismi partecipanti, influenzando sull'abbondanza degli individui e sulla loro distribuzione nelle popolazioni. Nel caso delle simbiosi, sono essenziali per la sopravvivenza, ed influiscono sulla crescita e sullo sviluppo degli organismi che vivono in stretta associazione.

In base agli effetti riscontrabili nelle specie coinvolte, le interazioni si possono schematizzare come in Tabella 1.1.

| Effetti | + | - | 0 |
|---------|---------------------------|--------------|-------------|
| + | Mutualismo | | |
| - | Predazione e parassitismo | Competizione | |
| 0 | Commensalismo | Amensalismo | Neutralismo |

Tabella 1.1 Tipi di interazioni biotiche a seconda dell'effetto in due specie coinvolte (da Bruni et al., 2018, modificato).

Nell'analisi dell'entomofauna interagente con una specie botanica, si riscontrano solitamente interazioni positive e non simbiotiche come impollinazione, disseminazione, fertilizzazione e difesa indiretta, e interazioni negative non simbiotiche come parassitismo ed erbivoria.

Per una specie vegetale, le interazioni fra organismi animali in cui una specie preda o parassita un'altra risultano avere una duplice natura a seconda del ruolo ecologico dell'ospite o della preda:

- positiva, quando vengono predati i fitofagi (interazione tritrofica o difesa indiretta), che si nutrono dei tessuti vitali della pianta, come foglie e linfa, al posto di quelli prodotti come ricompensa per gli impollinatori e i disseminatori, come nettare e frutti;
- negativa, quando vengono predati o parassitati gli impollinatori, che vengono attirati dalla pianta per un vantaggio reciproco (Bruni et al., 2018).

Anche il sesso degli insetti ha una notevole importanza nel tipo di interazione che si verifica con la pianta: i maschi tendono soprattutto ad imbrattarsi di polline (impollinazione favorevole) alla ricerca di nettare, ricco di carboidrati che forniscono energie per la copula, mentre la femmina mira a nutrirsi del polline, ricco di proteine indispensabili per la maturazione delle uova, rilasciandone in minor quantità durante la visita di altri fiori (Smith et al., 2019).

1.4 Il progetto LIFE SEEDFORCE

Dalla sua creazione avvenuta nel 1992, il programma di finanziamento europeo LIFE ha sostenuto oltre 1.800 progetti di salvaguardia in materia di natura e biodiversità in Europa, fra cui il regolamento sulle specie esotiche invasive e le direttive sulla natura.

La direttiva Uccelli 79/409/CEE e la direttiva Habitat 92/43/CEE sono da considerare i cardini della politica europea di protezione della natura. Esse vengono messe in atto su circa 1.400 specie animali e vegetali e 233 tipi di habitat, con un approccio in cui la conservazione dell'habitat si trova sullo stesso piano della protezione delle singole specie. Allo stesso tempo, mirano a stabilire una rete ecologica a livello continentale di aree protette, che ha portato alla creazione della rete Natura 2000 dell'UE, la più grande al mondo. A partire dal 2021, la rete conta più di 27.000 siti, che coprono il 18% della superficie terrestre europea e circa il 10% di quella marittima.

(<https://portal.discomap.eea.europa.eu/arcgis/apps/storymaps/collections/4a0cf90d898c4f1696aafa3b8414c392?item=3>).

Monitorare e conservare gli habitat e le specie elencati negli allegati della direttiva Habitat (92/43/CEE) è un'azione obbligatoria per ogni Stato membro.

Secondo la direttiva Habitat 92/43/CEE, l'Italia è uno dei paesi dell'UE che ospita il maggior numero di piante vascolari di interesse comunitario (attualmente 104 taxa, dislocate prevalentemente nelle regioni biogeografiche Alpina e Mediterranea), superato solo da Spagna e Portogallo. L'alto tasso di endemismi, che supera il 60% delle specie presenti, affida al paese un'elevata responsabilità nazionale per la loro conservazione (<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/details/5736>).

All'interno del Programma LIFE, il progetto LIFE SEEDFORCE mira, attraverso modalità come l'utilizzo delle banche del germoplasma, a reintrodurre e rinforzare, all'interno di 76 siti Natura 2000, 29 specie native della flora italiana a rischio di estinzione o localmente estinte e che hanno manifestato un trend negativo nell'ultimo report ex art. 17.

In atto dal 1 ottobre 2021, si prevede avrà termine il 31 dicembre del 2026.

Gli enti coinvolti sono soprattutto parchi nazionali, università e orti botanici situati in Francia, Italia, Malta e Slovenia.

Il piano d'azione del progetto SEEDFORCE consiste in un approccio integrato *in situ/ex situ* (*LIFE20 NAT/IT/001468 PROJECT: TECHNICAL APPLICATION FORMS Part B - technical summary and overall context of the project*, 2020), strutturato cioè sia in strategie di

conservazione che avvengono nell'ambiente naturale delle piante a rischio, attraverso pratiche di salvaguardia di habitat ed ecosistemi, sia in strategie attuate in ambienti artificiali, in modo da poter reintrodurre le specie nei loro habitat in un secondo momento. Negli allegati 2, 4 e 5 della Direttiva Habitat 92/43/CEE, il rischio di estinzione delle specie del progetto SEEDFORCE è causato da modifiche dell'habitat indotte dall'uomo e da fattori intrinseci. Il cambiamento più significativo dell'habitat riguarda l'abbandono delle tradizionali pratiche agricole e di uso del suolo, come:

1. l'interruzione della ceduazione e della fienagione;
2. il sovrapascolamento;
3. l'introduzione di specie alloctone;
4. il calpestio causato dall'istituzione di attività ricreative e turistiche;
5. la costruzione di infrastrutture che possono modificare le proprietà del suolo, e portare ad esempio ad una diversa capacità di drenaggio.

Fra i fattori intrinseci che ostacolano la riconquista dell'habitat vi è invece la naturale scarsità di individui, che sono distribuiti in piccole popolazioni frammentate e poco numerose.

Per quanto riguarda le minacce legate all'habitat, SEEDFORCE metterà in atto le seguenti azioni di conservazione:

- controllo della rivegetazione, rimozione e potatura delle piante;
- protezione dei siti dal pascolo eccessivo e dal calpestio con recinzioni pertinenti;
- eradicazione delle specie aliene invasive.

Per quanto riguarda le minacce intrinseche della specie, SEEDFORCE cercherà di aumentarne la popolazione con un mix di genotipi accuratamente selezionato che imiterà il flusso genico naturale (di solito ostacolato dall'isolamento). Le azioni di conservazione previste sono:

- raccolta di semi senza intaccare il naturale potenziale riproduttivo delle popolazioni esistenti;
- propagazione in massa delle specie target per ottenere almeno 50.000 individui totali;
- traslocazione di individui secondo necessità, (re)introducendo specie e rafforzando le popolazioni.

Il progetto è strutturato in sei fasi (A-F) descritte nel *LIFE20 NAT/IT/001468 PROJECT: TECHNICAL APPLICATION FORMS Part B - technical summary and overall context of the project* (2020):

A. Azioni preparatorie:

1. confermare l'impegno dei proprietari terrieri e delle autorità N2000 firmando specifici protocolli d'intesa;
2. modellizzare la nicchia ecologica di ciascuna specie per valutare la risposta ai cambiamenti climatici;
3. valutare la diversità genetica e le dipendenze trofiche esistenti nelle popolazioni;
4. analizzare le dipendenze trofiche di *K. pentacarpos*;
5. elaborare piani di attuazione specifici per sito e specie;
6. standardizzare le procedure operative su tutta la rete.

B. Acquisto/locazione di terreni e/o corrispettivi per diritti d'uso;

C. Azioni di conservazione:

1. raccolta del germoplasma (semi e spore non superiori al 20% del totale dei campioni presenti per evitare di danneggiarne il potenziale riproduttivo);
2. propagazione della pianta, raggiungendo un totale di almeno 50.000 individui;
3. preparazione del sito per ospitare le specie bersaglio, rimuovendo o mitigando le minacce;
4. eradicazione e mitigazione delle specie aliene invasive;
5. traslocazione di almeno 20.000 individui di varie età in 139 popolazioni, replicando l'azione in diversi periodi dell'anno e per almeno due anni;
6. protezione del sito con l'ausilio di recinzioni che aumentino le possibilità di sopravvivenza delle specie traslocate.

D. Azioni di monitoraggio dell'impatto relativo alle azioni svolte dal progetto:

1. monitoraggio di base mirato a verificare l'effettiva presenza delle specie target nel luogo di traslocazione e a raccogliere dati demografici dettagliati;
2. misurazione dell'insediamento della pianta dopo la traslocazione secondo i protocolli del Manuale Nazionale di Monitoraggio per le specie della Direttiva Habitat 92/43/CEE;

3. valutazione socioeconomica della preparazione degli enti interessati alle azioni progettuali, dell'impatto sulla società, sulla politica agricola, sull'economia e sulla cultura.

E. Attività di sensibilizzazione del pubblico e divulgazione:

1. diffusione dei risultati ottenuti alle autorità N2000 in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, attraverso website, newsletter, social media, conferenze stampa, congressi internazionali e protocolli;
2. organizzazione di visite di scambio con altri progetti LIFE attualmente in corso, con l'obiettivo di replicare le attività svolte in ulteriori aree europee ricche di biodiversità, fra cui i Balcani, Cipro e la Spagna.

F. Project management:

1. analisi, progettazione, pianificazione e realizzazione degli obiettivi del progetto;
2. istituzione di un piano d'azione per la fase successiva al LIFE SEEDFORCE (LIFE20 NAT/IT/001468).

Fra le 29 specie target del progetto vi è *K. pentacarpos*, che come minacce legate all'habitat presenta il danno da calpestio e sovrapascolamento, e gli effetti della diffusione della pianta invasiva *Baccharis halimifolia* L..

1.5 La specie vegetale

1.5.1 Corologia

K. pentacarpos, anche nota come *Hibiscus pentacarpos* L. (Bartolucci et al., 2018) (Galasso et al., 2018), è una pianta appartenente alla famiglia delle Malvaceae, nativa della regione biogeografica eurosiberiana, che si estende dalla Russia alla Persia, e dall'Italia alla Catalogna (Béguinot, 1936) Tuttavia, le profonde pressioni di natura antropica degli ultimi decenni ne hanno ristretto l'areale di distribuzione, specialmente nelle coste europee del Mediterraneo. Presente in passato in sei regioni italiane (Veneto, Emilia Romagna, Toscana, Lazio, Campania, Puglia), la specie si rinviene attualmente solo in Veneto ed in Emilia Romagna, dove la sua presenza è accertata rispettivamente in sei stazioni costiere ed una nell'entroterra (Ercole et al., 2013). Per quanto riguarda il litorale della Laguna di Venezia, la specie è particolarmente

abbondante nella località di Punta Sabbioni (Cavallino-Treporti, Venezia), dove si presenta con una popolazione di diverse centinaia di individui all'interno di una comunità a dominanza di *Juncus littoralis* C.A.Mey. Le altre popolazioni puntiformi si trovano presso il Delta del Po, a Valle Cannelle, e lungo i canali Nicesolo e Canadare, nella Laguna di Caorle. In Emilia Romagna, la popolazione del Bosco della Mesola conta invece molti individui.

I nomi comuni Ibisco litorale o Malvavisco palustre fanno riferimento agli ambienti costieri, palustri e deltizi occupati dalla pianta, la quale, pur non essendo un'aloofita obbligata, tollera elevate concentrazioni saline. L'incremento della salinità a livello del suolo nella fascia costiera, causato dall'innalzamento del livello del mare legato ai cambiamenti climatici, è un problema per le coltivazioni retrostanti la costa, che potrebbe essere affrontato valutando l'impiego proprio di *K. pentacarpus*: come altre specie alofite in grado di accumulare sali nei loro tessuti, potrebbe infatti fungere da cuscinetto protettivo. La specie potrebbe inoltre mitigare l'avanzamento di alcune specie invasive tipiche degli ambienti costieri ed ulteriori impieghi come biocombustibile e foraggio sono in corso di studio (http://www.csmon-life.eu/pagina/dettaglio_specie/124).

Come conseguenza della frammentazione dell'habitat, *K. pentacarpus* è considerata CR, cioè "Gravemente minacciata" secondo la Lista Rossa della Flora italiana (Rossi et al., 2013) ed è inserita nell'Allegato II della Direttiva 92/43/ CEE.

1.5.2 Forma biologica e forma di crescita

Pur non disponendo di una capacità riproduttiva vegetativa, *K. pentacarpus* possiede una struttura rizomatica dalla quale, ogni anno, da maggio a ottobre vengono emessi un gran numero di germogli aerei chiamati getti (fino a 100), destinati a soccombere al sopraggiungere della stagione meno favorevole (http://www.csmon-life.eu/pagina/dettaglio_specie/124).

Secondo la classificazione di Raunkiær, la pianta è un'emicrofitofita scaposa (Ercole et al., 2013) che si presenta come un arbusto perenne alto fino a 2 m e largo circa 1 m, ramoso nella parte superiore. Ha radice a fittone, fusti eretti, cavi e ricoperti da peli stellati bruni. Le foglie sono di color verde chiaro, tipico di piante sciafile, con picciolo allungato e lamina simile a quella dell'edera (4-8 x 6-12 cm): le inferiori hanno forma da

triangolare-ovata a ovata, con 3-5 lobi acuti, crenulati sul bordo, mentre le superiori sono subastate (Ercole et al., 2013).

1.5.3 Caratteri riproduttivi

I fiori abbondanti (fino a 50 per getto) possono essere isolati o in cime che emergono da peduncoli ascellari di 5-10 cm. È presente un calice gamosepalo a sepali ovati ed un epicalice a segmenti lineari, mentre la corolla convoluta ha 5 petali di circa 2 cm, bianchi o roseo-violetti, e stami connati in un tubo (Figura 1.1).

La capsula è loculicida, sub-ovoide, pentalobata, nerastra a maturazione, pubescente e deiscente per i 5 angoli, che si presentano prominenti ed ispidi (Figura 1.2). È presente un seme per loculo, che è di tipo reniforme, striato e glabro, con dimensioni di 3-5 x 3 mm (http://www.csmon-life.eu/pagina/dettaglio_specie/124).

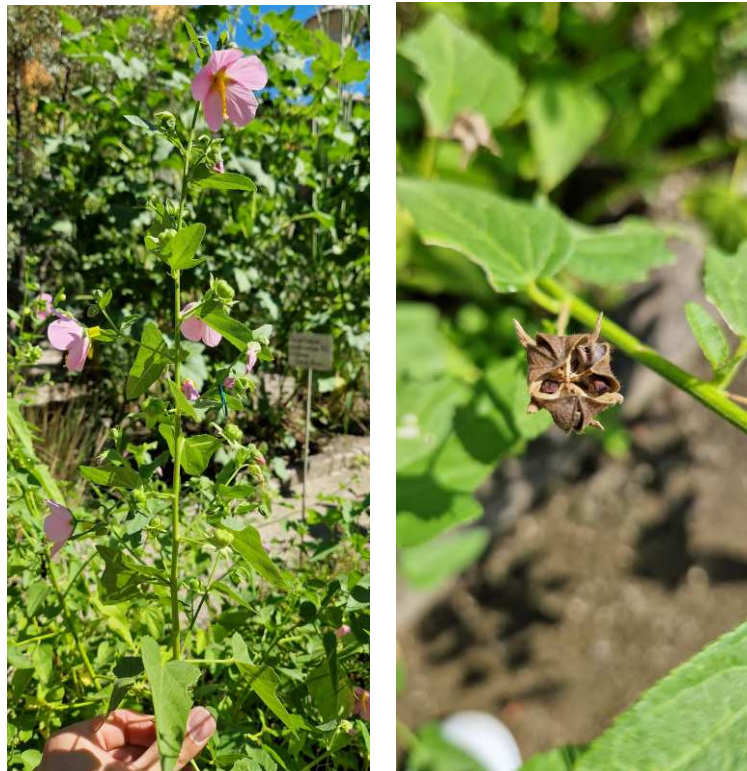


Figura 1.1 e 1.2. Esempio di *K. pentacarpus* e particolare di capsula loculicida presso l'Orto Botanico di Padova

I fiori, comparsi a inizio estate, vengono visitati da un'ampia varietà di insetti, impollinatori e non, per cui sono state avanzate ipotesi sui meccanismi che evitano

l'autoimpollinazione di *K. pentacarpos*. I semi rimangono vitali per periodi molto lunghi (fino a 20 anni), ma l'abbondante parassitismo sembra ridurre drasticamente la sopravvivenza (http://www.csmon-life.eu/pagina/dettaglio_specie/124).

1.5.4 Vulnerabilità

Le principali minacce riscontrate nei siti selezionati per la conservazione sono le seguenti (*LIFE20 NAT/IT/001468 PROJECT: TECHNICAL APPLICATION FORMS Part B - technical summary and overall context of the project, 2020*):

- distruzione dell'habitat mediante costruzioni, sviluppo di infrastrutture, bonifica di terreni per agricoltura o turismo, drenaggio;
- frammentazione dell'habitat, isolamento e piccole dimensioni della popolazione;
- cambio nell'uso del suolo, compreso il cambiamento nelle pratiche tradizionali di gestione del territorio come pascolo, fienagione regolare, abbattimento periodico di alberi e arbusti;
- specie aliene invasive, che possono effettivamente distruggere un ecosistema preesistente sostituendone le componenti originali;
- aumento dell'apporto di nutrienti;
- raccolta di piante, messa in atto in passato da botanici per realizzare erbari e coltivazioni in vivai;
- cambiamenti climatici.

1.6 L'ambiente litoraneo di Punta Sabbioni

L'ambiente litoraneo di Punta Sabbioni fa parte del complesso geografico della penisola del Cavallino. È un sito di Rete Natura 2000, identificato dal codice IT3250003 ed esteso per 315.000 ha e 22 km, che si presenta come un insieme di frammenti dunali relitti o di recente formazione (Figura 1.3).

L'intera area è occupata da depositi costieri (20%), campi coltivati (20%), insediamenti umani (20%), vegetazione arbustiva (15%), foreste artificiali (15%), corpi idrici (5%) e praterie umide (5%). Spostandosi dal continente verso la costa si osserva la seriazione psammofila, con piante tipiche di ambienti sabbiosi, che lasciano il posto, nell'area interdunale, ad una vegetazione igrofila, tipica di zone umide salmastre.

Nonostante la frammentazione dovuta al forte impatto antropico, si possono ancora riconoscere aree di particolare interesse naturalistico: le dune litoranee ospitano infatti una vegetazione termofila ed elementi microtermi comuni o endemici, stabili o minacciati.

La vulnerabilità della zona si misura attraverso:

1. la forte pressione antropica a scopo turistico-balneare;
2. la variazione dell'apporto dei sedimenti dai fiumi e il conseguente spostamento della linea di costa;
3. la gestione degli arenili;
4. le operazioni di rimboschimento con specie vegetali alloctone non coerenti con le caratteristiche ambientali (<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/download>).

All'interno di quest'area si trova il sito d'intervento del progetto LIFE SEEDFORCE (LIFE20 NAT/IT/001468) (Figura 1.4), una palude subsalsa litoranea dove la presenza di *K. pentacarpos* è accompagnata da specie erbacee ed arbustive quali *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Poacynum venetum* (L.) Mavrodiev, Laktionov & Yu.E.Alexeev, *Baccharis halimifolia* L., *J. littoralis* e *Convolvulus sepium* L..

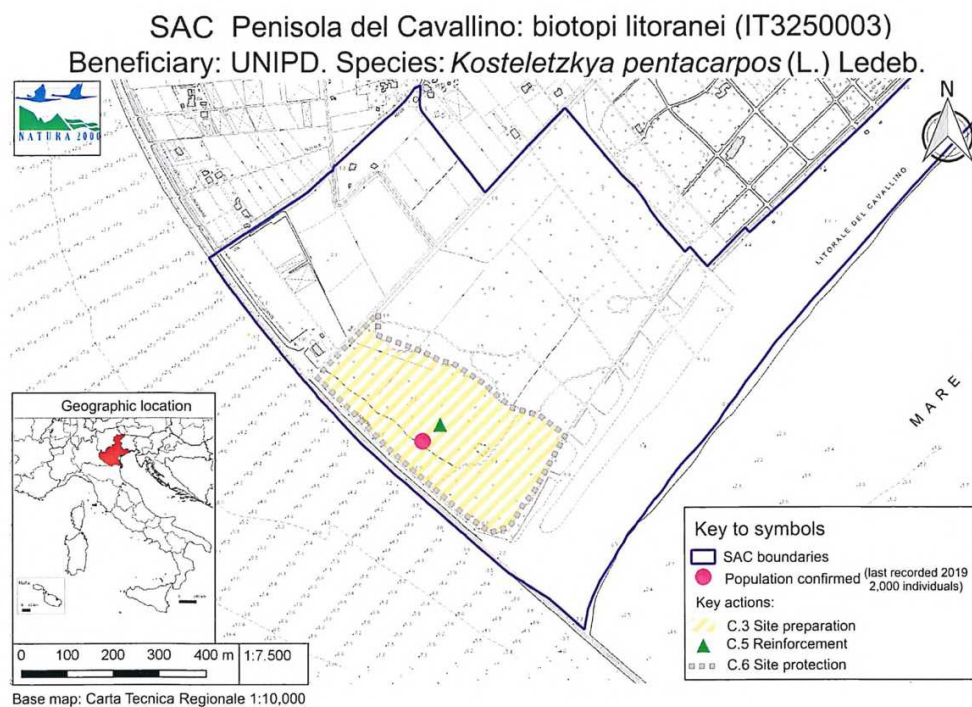


Figura 1.3. Inquadramento geografico del sito di intervento del progetto LIFE SEEDFORCE (LIFE20 NAT/IT/001468), tratto dal Technical Application Forms Part B



Figura 1.4. Palude subsalsa litoranea, sito di intervento del progetto LIFE SEEDFORCE (LIFE20 NAT/IT/001468).

2. Materiali e metodi

2.1 Attività sul campo

L'attività sul campo si è svolta in cinque fasi principali, seguendo il protocollo definito nella sezione di azioni preparatorie "interazioni pianta-insetto e reti polliniche" del (*LIFE20 NAT/IT/001468 PROJECT: TECHNICAL APPLICATION FORMS Part B - technical summary and overall context of the project* (2020) e identificato da Bonelli et al. (2020) e da Gibson et al. (2010).

1. Scelta del periodo di raccolta;
2. Selezione dei plot;
3. Raccolta dei dati biometrici e fenologici;
4. Rilievo e prelievo entomologico;
5. Etichettatura dei campioni prelevati.

Indicazioni aggiuntive riguardanti la fase di rilievo e prelievo entomologico sono state fornite durante un incontro Zoom con l'entomologo Mauro Gobbi del MUSE di Trento, che ha coadiuvato l'équipe in ambito entomologico.

2.1.1 Fase 1: scelta del periodo di raccolta

L'équipe che ha svolto l'attività era costituita da 7 membri, di cui 6 tirocinanti ed 1 tutor. Come periodo di raccolta dati sono state scelte 4 giornate all'interno dell'intera fase di fioritura della pianta, in quanto l'obiettivo del progetto era conoscerne gli insetti pronubi, che per definizione trasferiscono il polline contenuto nei fiori, da una pianta all'altra, consentendone la riproduzione sessuale (https://mizar.unive.it/lifepollination.eu/?page_id=2292). Per completezza, non essendo disponibili informazioni bibliografiche relative agli impollinatori di *K. pentacarpos*, sono stati campionati tutti gli esemplari che interagissero coi suoi fiori. All'interno della fase di fioritura, è stato scelto un orario per le osservazioni fra le 8 e le 12, in cui i fiori, ad apertura diurna, sono maggiormente accessibili dagli impollinatori.

Le giornate di raccolta sono state:

- 26 luglio 2022;
- 3 agosto 2022;
- 9 agosto 2022;
- 25 agosto 2022.

Nella scelta di queste giornate si sono prese in considerazione anche le condizioni meteorologiche, fondamentali per prevedere la probabilità con cui gli impollinatori avrebbero visitato la pianta.

2.1.2 Fase 2: selezione dei plot

L'accesso all'area di studio è stato effettuato con l'accortezza di causare il minor impatto possibile nel transito fra la fitta vegetazione.

Precedentemente alla fase di cattura degli insetti era stato svolto un censimento della popolazione di *K. pentacarpos* al fine di conoscere la sua distribuzione nell'area e individuare le diverse condizioni ecologiche e cenologiche in cui gli esemplari si presentavano. Successivamente, sono stati fissati 14 plot consistenti in aree di forma quadrata e dimensione fissa (0,5 x 0,5 m), posizionati in modo da considerare le diverse condizioni ecologiche (pieno sole/ombra, umidità del suolo, specie compagne) al fine di avere una completa rappresentatività della variabilità delle condizioni. La dimensione dei plot è stata scelta utilizzando due criteri: la dimensione media degli esemplari e la necessità di controllare contemporaneamente tutti i fiori presenti.

Ciascun plot, comprendente un esemplare di *K. pentacarpos* da cui attingere per il campionamento, è stato segnalato da bastoncini in bambù (Figura 2.1). Il loro

posizionamento è stato graduale: finché i plot scelti inizialmente (sette) presentavano fiori da impollinare, essi venivano mantenuti; a mano a mano che la maggior parte dei fiori del plot appassiva, questo veniva sostituito con un altro a fenologia più ritardata, siglato con numerazione crescente. In totale, dunque, per ogni ciclo di campionamento il numero di plot da cui prelevare i campioni è rimasto costante.



Figura 2.1. Esempio di plot segnalato da un bastoncino in bambù

2.1.3 Fase 3: raccolta dati biometrici e fenologici

Per svolgere questa attività, per ciascun plot in ciascun ciclo di campionamento sono stati presi i seguenti dati biometrici e fenologici:

- numero di getti;
- numero di fiori aperti;
- numero di boccioli fiorali;
- numero di capsule.

2.1.4 Fase 4: rilievo e prelievo entomologico

La fase prevedeva per prima cosa l'osservazione, a distanza di circa 50 cm, del comportamento dell'entomofauna presente nei pressi della pianta, al fine di individuare gli organismi la cui nicchia ecologica comprendesse effettivamente *K. pentacarpos*. I comportamenti significativi per la pianta, di insetti che venivano raccolti e campionati,

comprendevano un'interazione con il fiore quale raccolta di polline o nettare e predazione su di esso, in modo che l'organismo potesse influenzare la movimentazione del polline. È stato quindi raccolto ogni insetto che interagisse con il fiore o si trovasse nelle sue circostanze in maniera presumibilmente non casuale.

L'esclusione di una o più specie dalla lista degli impollinatori è stata quindi affidata al successivo riconoscimento in laboratorio.

Gli individui venivano successivamente catturati manualmente e conservati all'interno di provette coniche per centrifuga (Falcon, da 15 o 50 ml a seconda della dimensione dell'individuo ed Eppendorf da 5 ml) contenenti una soluzione diluita di etanolo al 70%. Ogni sessione di rilievo e prelievo entomologico aveva una durata di 15 minuti e si ripeteva con una frequenza minima di 30-45 minuti, in modo da rispettare i tempi di ripresa della visita da parte di nuovi insetti.

2.1.5 Fase 5: etichettatura dei campioni prelevati

Prima di procedere con una nuova sessione di cattura è stato etichettato tutto il materiale precedentemente raccolto, con l'ausilio di pennarelli indelebili, scotch di carta e ulteriore soluzione diluita di etanolo al 70%. I dati registrati nelle provette e identificativi del campione erano:

- giorno;
- numero del plot;
- orario della cattura;
- numero del campione.

Infine, i diversi campioni sono stati suddivisi in buste differenti a seconda del plot e della sessione di campionamento, per facilitare la successiva attività in laboratorio.

2.2 Attività in laboratorio

L'identificazione delle famiglie è stata effettuata con l'ausilio di chiavi dicotomiche sugli ordini di insetti Hymenoptera (Goulet & Huber, 1993), Coleoptera (Dal Cortivo et al., 2021), Hemiptera (Angeli et al., 2021) e Diptera (Gobbi & Latella, 2011) consigliate dall'entomologo Mauro Gobbi.

L'identificazione degli insetti a livello di famiglia di appartenenza è stata eseguita autonomamente, mentre per i ranghi tassonomici più precisi, per cui il riconoscimento

del genere e della specie, ci si è avvalsi dell'intervento di un secondo entomologo, Daniele Sommaggio dell'Università di Bologna.

È stato indispensabile l'utilizzo dello stereomicroscopio Leica M165 C, con ingrandimento da 7.3x a 120x per osservare le caratteristiche dei campioni necessarie all'identificazione, disponendo gli stessi su capsule Petri e muovendoli con pinzette da laboratorio a punte dritte e aghi manicati (Figura 2.2).



Figura 2.2. Strumenti da laboratorio utilizzati per il riconoscimento

2.3 Analisi dati

I dati ottenuti dal censimento degli insetti sono stati inseriti in una tabella Excel riportata in Appendice I. In essa sono riportate le informazioni identificative di ogni campione e il taxon che è stato assegnato dall'identificazione. A partire da questi dati sono stati realizzati quattro grafici, di cui:

- due diagrammi a torta sulla proporzione degli ordini e delle famiglie identificate;
- un grafico a linee sulla distribuzione delle catture nelle varie sessioni di raccolta;

- un istogramma rappresentativo delle quattro nicchie ecologiche a cui appartengono gli individui raccolti.

I dati biometrici e fenologici di *K. pentacarpus* sono stati ugualmente riportati in una tabella Excel (Appendice II), dove è stata specificata la numerosità di boccioli, fiori e frutti relativi ad ogni fascia oraria dei plot. Questi dati sono stati poi rappresentati in un box plot e, per verificare se ci fosse una relazione significativa tra i parametri analizzati, si è utilizzata l'analisi di regressione. Come variabile dipendente (y) si è posta la numerosità di tutti gli insetti visitatori, dei soli impollinatori e dei soli fitofagi, mentre come variabile indipendente (x) è stata scelta la numerosità dei fiori e dei getti. La prima variabile indipendente è stata correlata alla quantità di impollinatori e poi più in generale a quella di tutti gli insetti raccolti, per provare a comprendere se, in media, ogni insetto potesse potenzialmente essere attratto dai fiori, anche se per motivi diversi. Il risultato stimato è quindi che il numero di insetti e/o impollinatori segua l'aumento del numero di fiori. Dopodiché si è tentato di capire se ci potesse essere un aumento del numero di fitofagi correlato all'incremento delle dimensioni della pianta, quindi del numero di getti (dal momento che l'altezza è un parametro poco variabile). In questo modo si è potuto osservare come si comportava la variabile dipendente (y) al variare della variabile indipendente (x).

3. Risultati

3.1 Identificazione

Mediante campionamento manuale è stato raccolto un totale di 268 artropodi, di cui 257 sono stati identificati come insetti e quindi adatti alla ricerca. La raccolta è avvenuta nell'arco di 62 sessioni di cattura suddivise in quattro giornate, dove per ogni giornata sono state effettuate in media $15,50 \pm 4,20$ sessioni di raccolta e per ognuna di queste sono stati campionati in media $4,14 \pm 3,25$ individui (Grafico 3.1). Come si può vedere dal grafico, la media delle visite è diminuita gradualmente dalla prima giornata all'ultima.

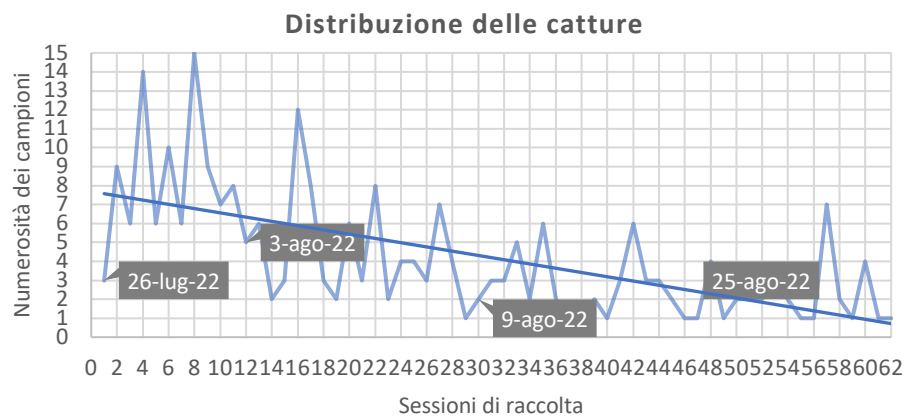
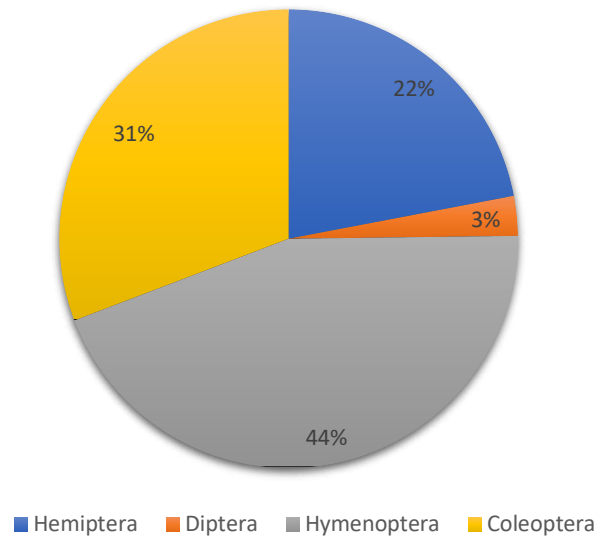


Grafico 3.1. Distribuzione delle catture nelle quattro giornate di raccolta.

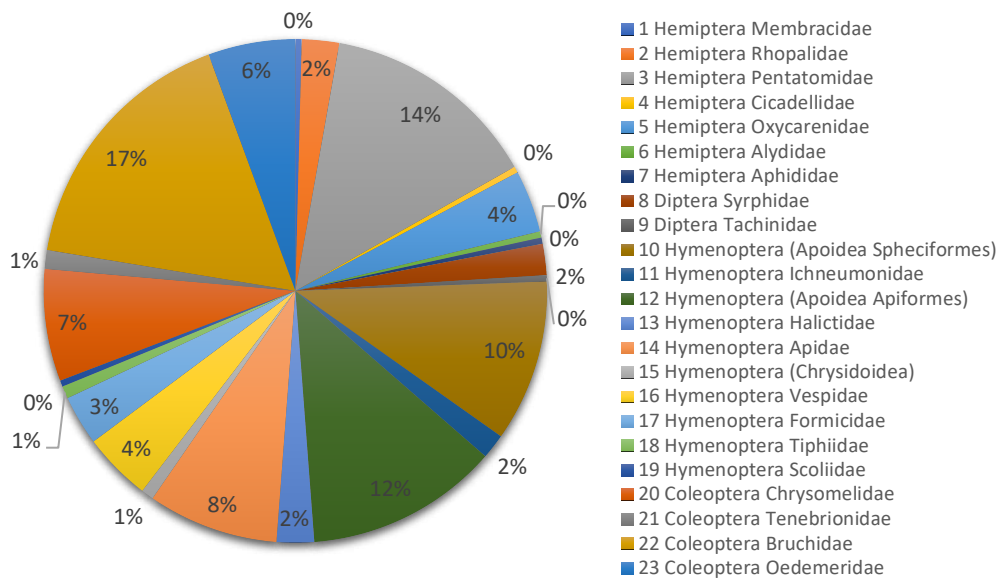
Tutti gli artropodi sono stati identificati a livello di ordine, 191 (76,4%) a livello di famiglia, 74 (29,6%) a livello di genere e 66 (26,4%) a livello di specie.

Gli esemplari raccolti appartenevano a quattro diversi ordini, 20 famiglie (Grafici 3.2 e 3.3), 14 generi e 8 specie.

Ordini identificati



Famiglie identificate



Grafici 3.2 e 3.3. Percentuale di ordini e famiglie identificate

Nell'ordine degli Imenotteri, non è stato possibile identificare la famiglia di 59 campioni, a cui è stato associato il rango tassonomico di Chrysoidea (2 individui), Apoidea Apiformes (31 individui) e Apoidea Spheciformes (26 individui). Chrysoidea ed Apoidea sono due superfamiglie, mentre Apiformes e Spheciformes sono due serie di classificazioni della superfamiglia Apoidea, distinguibili sulla base di due criteri:

1. nutrimento fornito alla prole: le larve di vespe sfecidi (da Sphecidae, famiglia rappresentativa delle Spheciformes) nutrono le larve con materia animale, mentre quelle delle api (appartenenti alle Apiformes) sono alimentate con nettare e polline (Brothers, D. J., 1975);
2. caratteristiche fenotipiche:
 - la serie Apiformes presenta *setae* del corpo ramificate, spesso simili a piume, di cui alcune situate anche nell'area dorsolaterale del propodeo (a) e appendici posteriori con il primo tarsomero più largo dei seguenti (b);
 - la serie Spheciformes è caratterizzata da *setae* del corpo semplici, non ramificate (aa) e appendici posteriori con il primo tarsomero lungo circa quanto i seguenti (bb) (Goulet & Huber, 1993) (Figura 3.1).

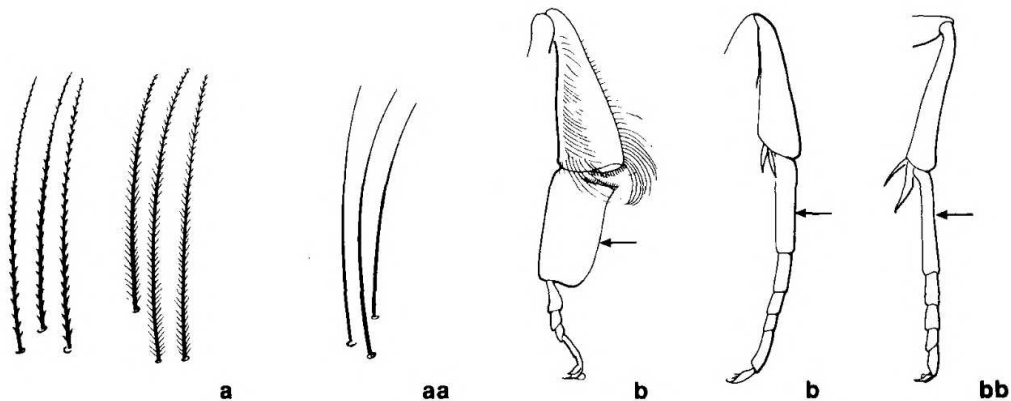


Figura 3.1. Differenze fenotipiche fra Apoidea Apiformes e Spheciformes. Tratta da Goulet & Kanada (1993)

Oltre alle classi diverse da Insecta, sono stati esclusi dalla lista dei risultati, a fini statistici, anche gli ordini di Neuroptera, Lepidoptera e Ortoptera in quanto il numero esiguo di campioni si discostava eccessivamente dalla media e non si dimostrava sufficientemente solido.

I ruoli trofici che sono stati assegnati agli organismi identificati sono riportati nel Grafico 3.4.

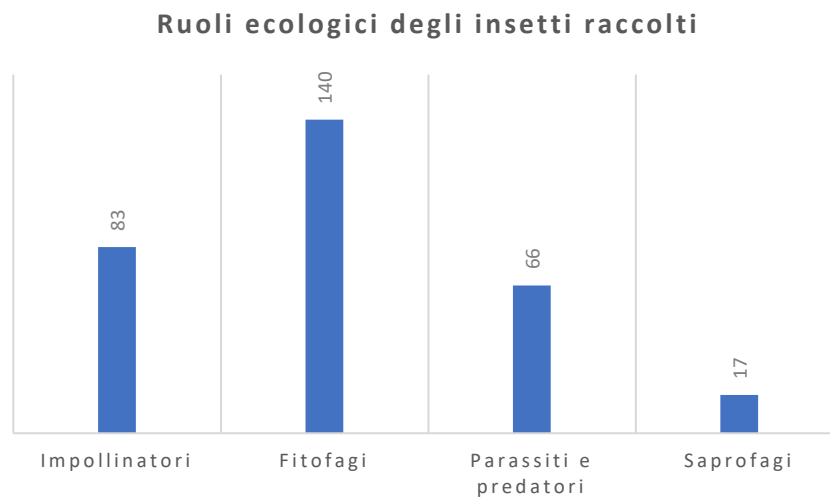


Grafico 3.4. Confronto dei ruoli ecologici degli insetti sulla base dell'alimentazione scelta

3.1.1 Fitofagi

La dieta fitofaga è attribuita agli insetti appartenenti ai taxa di:

- Hemiptera Membracidae, Rhopalidae, Pentatomidae, Cicadellidae, Oxycarenidae, Alydidae e Aphididae (55 individui) (Angeli et al., 2021);
- Coleoptera Chrysomelidae, Tenebrionidae, Bruchidae ed Oedemeridae (77 individui) (Cortivo et al., 2021);
- Hymenoptera Formicidae (8 individui) (Goulet & Huber, 1993).

3.1.2 Impollinatori

I taxa di organismi riconducibili agli impollinatori sono:

- Diptera Tachinidae e Syrphidae (6 individui);
- Hymenoptera Apiformes (55 individui, di cui 21 della famiglia Apidae e 6 Halictidae), Formicidae (8 individui) (Goulet & Huber, 1993)
- Coleoptera Oedemeridae (14 individui) (Sivilov et al., 2011).

3.1.3 Parassiti e predatori

Fra i possibili organismi parassiti e predatori di altri insetti, si possono individuare i taxa di seguito elencati:

- Diptera Tachinidae e Syrphidae (6 individui);
- Hymenoptera Apoidea Apiformes (Halictidae, 6 individui) e Spheciformes (26 individui), Ichneumonidae (4 individui), Chrysidoidea (2 individui), Vespidae (11 individui), Formicidae (8 individui), Tiphiidae (2 individui), Scolidae (1 individuo);

3.1.4 Saprofagi

Gli insetti saprofagi riscontrati nella ricerca appartenevano a due sole famiglie dell'ordine Coleoptera:

- Tenebrionidae (3 individui);
- Oedemeridae (14 individui).

3.2 Dati biometrici e fenologici di *K. pentacarpos*

K. pentacarpos si presenta con esemplari di altezza media di $75,62 \pm 26,47$ cm.

I dati biometrici e fenologici raccolti sul campo, relativi ad ogni fascia oraria e ad ogni plot, sono riportati in Appendice II. La numerosità dei getti rimane invece costante sulla base della scelta di nuovi plot di dimensione comparabile con quelli selezionati precedentemente.

Come si può vedere dalle variazioni di media (\bar{x}) e mediana nel Grafico 3.5, le quattro giornate di raccolta sono state caratterizzate da quantità differenti di boccioli, fiori e frutti.

Nonostante l'iniziale stasi del valore medio dei boccioli, l'ultima giornata ha mostrato un dimezzamento dello stesso, ad indicare il termine del periodo di fioritura della pianta. Il valore massimo registrato è di 243 boccioli, mentre il minimo è 0. Nelle prime due giornate si sono registrati dei valori anomali di boccioli che si allontanano dalle media rispettivamente di 141 e 200 unità.

D'altra parte, il numero di fiori diminuisce gradualmente nel corso dell'estate, con l'approssimarsi della fruttificazione. Quest'ultima mostra un'impennata nelle sessioni di inizio agosto, per poi calare verso la fine del mese, quando le capsule loculicide si aprono e vanno perse per favorire la disseminazione.

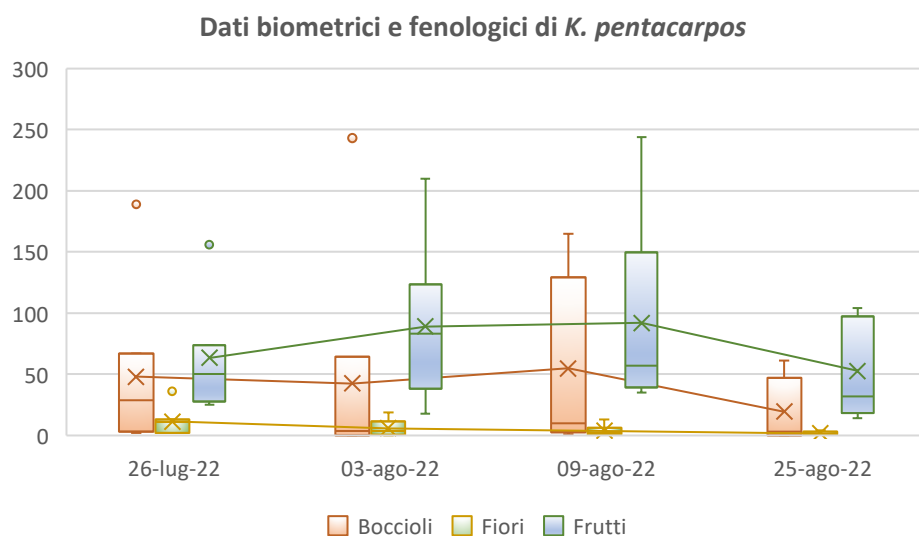


Grafico 3.5. Variabilità dei valori di boccioli, fiori e frutti nelle quattro giornate di raccolta

3.3 Abbondanza entomologica

Grazie all'utilizzo dell'analisi di regressione lineare è stato possibile evidenziare, nei dati raccolti nella sessione del 2022, che non è presente una relazione significativa fra la numerosità dei fiori e quella degli insetti che potrebbero rivestire il ruolo di impollinatori ($R^2 = 0,24$) (Grafico 3.6). Tuttavia, si è riscontrata una certa significatività nella relazione tra numerosità di tutti gli insetti raccolti e la presenza di fiori ($R^2 = 0,51$) (Grafico 3.7). Quest'ultimo risultato indica che i regressori predicono correttamente il valore della variabile dipendente.

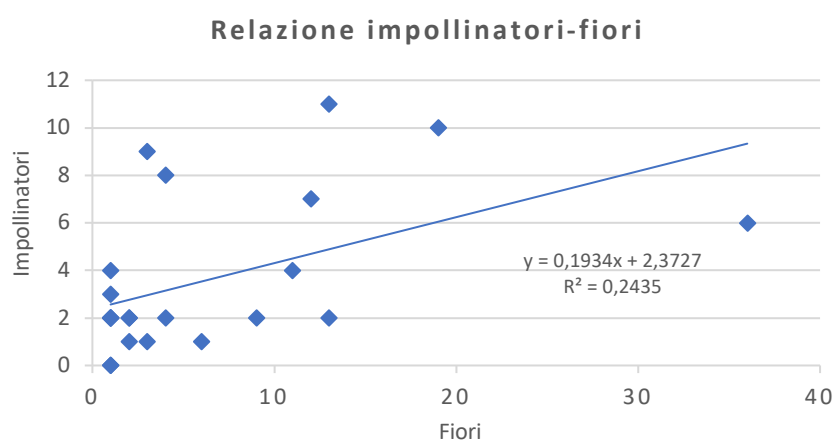


Grafico 3.6. Relazione tra il numero di impollinatori e di fiori

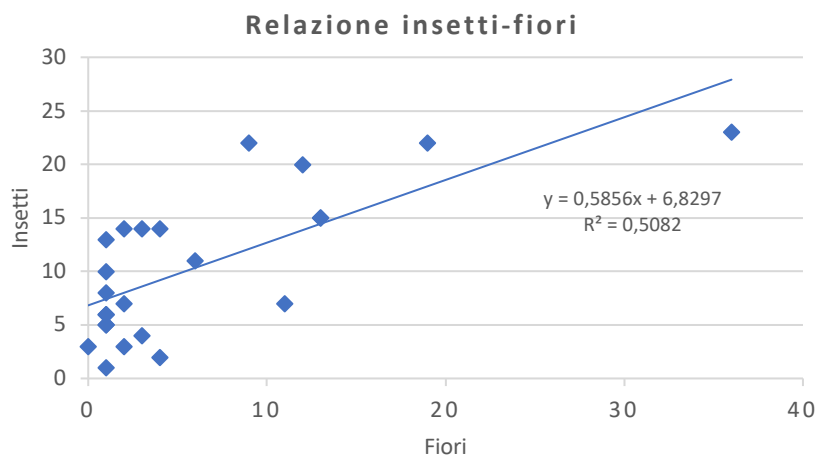


Grafico 3.7. Relazione tra il numero di insetti e di fiori

Sempre utilizzando l'analisi di regressione lineare, si è poi provato a comprendere se il numero di fitofagi potesse dipendere dal numero di getti. Il risultato riportato nel Grafico 3.8 è l'indipendenza dei due parametri, come indicato dalla scarsa significatività ($R^2 = 0,04$).

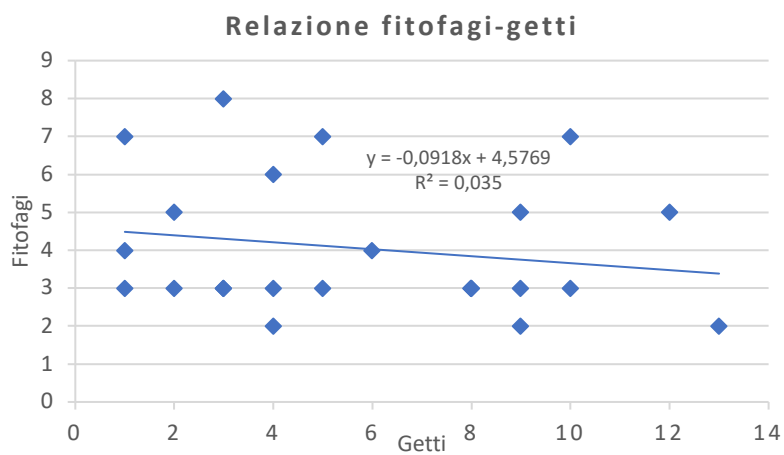


Grafico 3.8. Relazione tra il numero di fitofagi e di getti

4. Discussione

I risultati ottenuti mostrano una predominanza di fitofagi fra gli insetti visitatori di *K. pentacarpos*. Fra questi vi sono tutte le famiglie dell'ordine Hemiptera, le cui specie fitofaghe si nutrono inserendo gli stiletti boccali dell'apparato succhiatore nei tessuti vegetali per aspirarne i nutrienti. Le punture di alimentazione possono lesionare i tessuti interessati causando danni diretti da appassimento (necrosi puntiformi), deformazione o aborto di frutti e semi. Non si esclude che alcune specie trasmettano agenti patogeni, batterici o virali, la cui dannosità varia tuttavia notevolmente in funzione della specie (Angeli et al., 2021). A tal proposito, sono state fatte delle ipotesi sull'influenza dei virus nella morfogenesi dei portatori, dove si è riscontrata una maggioranza di individui alati rispetto a quelli atteri, che favorirebbero la dispersione del virus stesso (Ebert & Cartwright, 1997). Come danno indiretto causato dalla trofia, gli Emitteri possono provocare una riduzione della produttività primaria della pianta, a causa del rilascio di melata durante la nutrizione, che è in grado di schermare la radiazione solare.

Fra le famiglie riscontrate, quella degli Aphididae ha il più vasto range di piante ospiti, mentre quella degli Oxycarenidae è un'infestante tipica delle Malvaceae (Smith & Brambila, 2008). È stata riconosciuta la presenza esclusivamente di neanidi e qualche ninfa di *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), in quanto il ciclo vitale dell'animale non comprendeva ancora individui adulti nei mesi di luglio e agosto (Figura 4.1).

Anche le famiglie dell'ordine Coleoptera possono essere nocive per la pianta. I Crisomelidi sono fitofagi generalisti o specialisti, che si nutrono, sia da adulti che allo stadio larvale, di foglie, ma anche di polline, radici, fiori e linfa. Le larve di alcune specie aumentano il tasso di sopravvivenza ricoprendosi di tegumenti o escrementi che consentono di mimetizzarsi e sfuggire ai predatori. I Bruchidi sono invece spermofagi e le larve si sviluppano all'interno dei semi della pianta ospite; gli adulti possono invece nutrirsi anche di polline oppure, in alcune specie, non nutrirsi affatto. Organismi della famiglia Oedemeridae presentano larve che si nutrono di legno in decomposizione e possono essere trovate anche all'interno di tronchi, ceppi, radici o legname da costruzione, mentre i Tenebrionidi sono soprattutto detritivori, con eccezioni nella dieta di specie xilofaghe o fitofaghe (Sivilov et al., 2011).

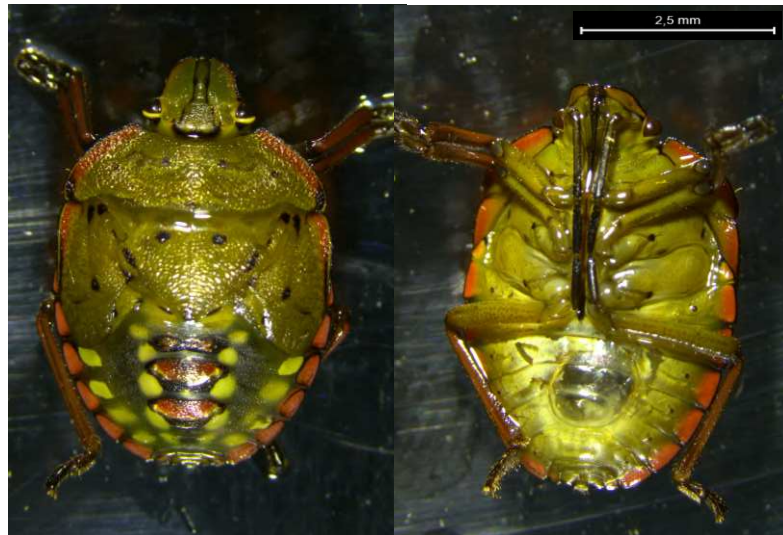


Figura 4.1. Vista dorsale e ventrale di ninfa di *N. viridula* riconoscibile per gli abbozzi alari

Il secondo gruppo per numerosità di organismi riscontrati è quello degli impollinatori, organismi nettariivori e pollinofagi benefici per la pianta, rappresentati in gran parte dagli Imenotteri della serie Apiformes (Figura 4.2), di cui si conoscono 20 000 specie. Si tratta di insetti che, da adulti, visitano i fiori per nutrirsi di zuccheri ed acqua contenuti nel nettare e proteine contenute nel polline, immagazzinandone una parte nei nidi pedotrofici, situati in buche nel terreno, nelle rocce o nel legno, dove vengono cresciute le larve. Le “api” sono organismi solitari o coloniali presenti in tutto il globo, ma abbondanti in climi secchi e soleggati. Appartenenti a questo gruppo ecologico sono state individuate cinque specie: *Ceratina cyanea* (Kirby, 1802), *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758), *Bombus pascuorum* (Scopoli, 1763), *Bombus hortorum* (Linnaeus, 1761) e *Xylocopa violacea* (Linnaeus, 1758). Fra gli Imenotteri, anche i Formicidi, caratterizzati da una dieta molto variegata animale e vegetale, possono svolgere un’efficiente attività bottinatrice (Goulet & Huber, 1993). Tuttavia, alcuni studi (De Vega & Herrera, 2013) hanno riconosciuto loro il ruolo di vettori di lieviti e altri funghi, con cui molto spesso instaurano interazioni mutualistiche esistenti da più di 55-65 Ma. Questi ascomiceti e basidiomiceti potrebbero metabolizzare gli zuccheri contenuti nel nettare, alterandone la composizione. Le formiche potrebbero essere dunque responsabili di modifiche indirette alla ricompensa fornita dalle Angiosperme agli insetti visitatori, alterando gli esiti delle interazioni pianta-impollinatori.

Gli adulti di Coleoptera Oedemeridae sono insetti pronubi di una grande varietà di piante, con preferenza per la Asteracee nel caso di *Oedemera flavipes* (Fabricius, 1792).

Gli adulti di Ditteri Tachinidi e Sirfidi, invece, oltre ad essere impollinatori fondamentali poliletici, sono noti per il loro valore come bioindicatori della conservazione di un ecosistema, secondo il sistema Nord Europeo *Syrph The Net* (Gobbi & Latella, 2011).



Figura 4.3. Vista laterale di esemplare di Apoidea Apiformes, con dettaglio di tarsomeri portanti granuli pollinici

Il terzo raggruppamento più numeroso è quello dei parassiti e dei predatori, organismi che traggono vantaggio consumando interamente o una parte delle loro prede.

Nell'ordine dei Ditteri, Tachinidi e Sirfidi svolgono un'intensa attività parassitaria e predatoria nei confronti di vari insetti fitofagi, svolgendo quindi un importante ruolo nella lotta biologica. Le loro uova vengono deposte fra colonie di afidi e acari che le larve prederanno alla loro schiusa (Gobbi & Latella, 2011).

All'interno dell'ordine degli Imenotteri, esistono alcune forme parassite (cleptoparassite e parassite sociali) nella famiglia Halictidae, che dipendono dalle "api nidificanti" per nutrire le loro larve. Tali "api" normalmente mancano dei peli scopali che trasportano il polline e delle caste operaie tipiche della maggior parte delle impollinatrici a cui rubano il nido, portando alla diminuzione della prole. Il meccanismo di cleptoparassitismo prevede che la femmina cleptoparassita entri nei nidi dell'ospite e deponga un uovo in qualsiasi cella che si trovi nella fase appropriata, spesso tornando ripetutamente nel nido per parassitare altre cellule mentre vengono costruite e occupate. Dopodiché le larve si svilupperanno all'interno delle cellule della specie ospite, utilizzandone i nutrienti.

Anche le famiglie della serie Spheciformes mostrano comportamenti svantaggiosi per gli insetti pronubi. Ad eccezione di alcune specie cleptoparassite, la maggior parte consiste

in predatori che pungono le prede paralizzandole e fornendole, vive o morte, come cibo alle larve che si trovano in nidi. La specie di appartenenza della preda varia a seconda della località e/o della stagione, ma rimane sempre entro una certa taglia, in modo che il genitore la possa trasportare al nido.

Quella degli Ichneumonidae (Figura 4.3) è una famiglia che conta circa 60 000 specie parassite di larve e pupe di insetti Olotetaboli, soprattutto della superfamiglia Symphyta, ad esclusione degli ordini Megaloptera e Siphonaptera. Esistono anche casi di parassitismo riguardante uova o esemplari adulti di Aracnidi, e di parassitoidi, che depongono le uova direttamente nell'ospite allo stadio larvale, consumandolo fino alla morte. Nel ciclo vitale degli Ichneumonidi si sviluppano dai tre ai cinque stadi larvali.

L'ectoparassitismo, cioè la vita sulla superficie dell'ospite parassitato attraverso una ferita tegumentaria, è la condizione primitiva della superfamiglia Apocrita a cui appartengono gli Imenotteri Ichneumonidi. I parassitoidi esterni si dispongono in zone nascoste del corpo dell'ospite o prossime a esso, come il bozzolo. Molte specie iniettano il veleno prima della deposizione delle uova, paralizzando temporaneamente o permanentemente la preda. Se la paralisi è temporanea, l'uovo viene depositato direttamente sull'ospite, dove esso non può raggiungerlo, in modo che la larva si nutra dei suoi tessuti in vita; se la paralisi è permanente, e spesso fatale, l'uovo viene depositato accanto all'ospite, e sarà la larva a nutrirsi dell'ospite alla schiusa (Goulet & Huber, 1993).

L'endoparassitismo si è evoluto in modo indipendente in diverse occasioni all'interno degli Ichneumonidi. Sebbene si ottengano alcuni vantaggi sviluppandosi all'interno dell'ospite, l'attacco da parte del sistema immunitario dell'ospite è uno svantaggio consistente. Per ovviare a questo problema, gli Ichneumonidi utilizzano una grande varietà di strategie, inclusa l'iniezione di virus al momento della deposizione delle uova, che controllano proprio le reazioni immunitarie dell'ospite (Edson et al. 1981).

All'interno di questa famiglia si riscontra anche il fenomeno dell'iperparassitismo o parassitismo secondario, per cui una specie è parassita di un'altra specie ugualmente parassita (Sullivan, 1987): è il caso di altri Ichneumonidi o di Ditteri della famiglia Tachinidae.

La superfamiglia Chrysoidea conta invece specie parassite di taxa inusuali per gli Imenotteri (Phasmatodea e Lepidoptera) che vivono sotto la corteccia degli alberi o nel suolo. Casi di cleptoparassitismo di altri Aculeata sono ugualmente diffusi.

Le specie della famiglia Tiphiidae e Scoliidae sono invece ectoparassitoidi di larve di coleotteri terricoli.

Infine, Vespidi e Formicidi sono famiglie di attivi predatori di numerosi insetti.

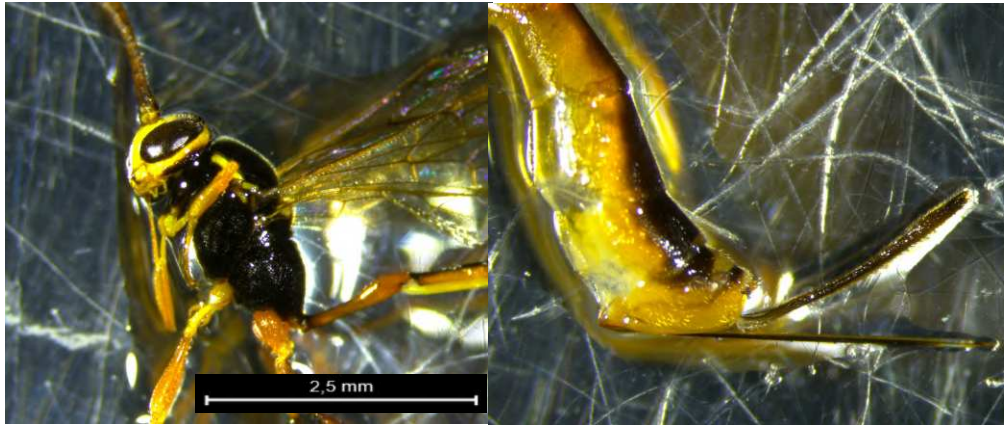


Figura 4.3. Vista laterale parziale di torace e addome con ovopositore di Ichneumonidae

L'ultimo raggruppamento di individui secondo l'alimentazione comprende organismi che si trovavano nei pressi dei fiori di *K. pentacarpus* presumibilmente per errore o per curiosità, in quanto saprofagi. Per la loro alimentazione, i Tenebrionidi (Figura 4.5) prediligono infatti detrito organico vegetale, rappresentato da capsule o foglie secche e non vitali, prossime alla senescenza, mentre gli Edemeridi assumono generalmente legno in decomposizione allo stadio larvale (Cortivo et al., 2021).



Figura 4.5. Vista dorsale di Tenebrionidae del genere *Cteniopus*

5. Conclusioni

Questo studio offre nuove informazioni riguardanti le relazioni tra la fioritura di una specie litoranea vulnerabile e la comunità di insetti che vi entra in contatto, sottolineando l'importanza di un approccio integrato quando si analizzano le interazioni pianta-artropode sul campo. Essendo il primo di cinque anni di indagine, si tratta di una fase esplorativa in cui è stato tarato un metodo di campionamento e identificazione, che verrà verificato e migliorato negli anni seguenti.

Innanzitutto, sono state raccolte informazioni relative alla diversità di insetti che visitano *K. pentacarpus* mediante il campionamento manuale tradizionale. L'utilizzo di registrazioni con una videocamera collocata nei pressi della pianta avrebbe potuto fornire maggiori dati, raccolti in assenza di un operatore sul campo che, nonostante sia stata mantenuta una distanza sufficiente da poter permettere una naturale interazione tra l'insetto e la pianta, potrebbe aver influenzato la visita di alcuni insetti rispetto a quella di altri, come descritto in Bonelli et al. (2020). Nell'estate 2023 il sistema di campionamento adottato è stato revisionato tenendo conto di ciò, ed ha previsto un'identificazione istantanea dell'entomofauna in campo, sulla base dei risultati dell'identificazione ottenuti nel 2022, evitando di catturare ulteriori esemplari.

Per questo motivo, e per l'attuale disponibilità di dati ricavati, si stima che sarà possibile ottenere una rappresentazione più precisa dell'entomofauna interagente con la specie vegetale e del tipo di interazioni messe in atto almeno al termine del progetto (2026).

Il secondo scopo di questa tesi è stato l'identificazione degli organismi visitatori, per comprenderne i possibili ruoli ecologici che potrebbero avere sulla pianta in un'ottica di conservazione, e la correlazione della loro numerosità con quella dei fiori e dei getti di *K. pentacarpus*, in quanto i parametri di antesi e dimensioni della pianta si sono rivelati i più rilevanti all'interno delle trofie riscontrate.

L'assegnazione del sesso a tutti gli individui censiti sarà un altro obiettivo da raggiungere nei prossimi anni del progetto, dal momento che, come spiegato nell'introduzione, essa si risulta utile per stimare il carico di polline effettivamente trasportato ad un altro fiore conspecifico ed utilizzato per la fecondazione.

L'approccio utilizzato ha comunque messo in luce una diversa distribuzione degli organismi visitatori in quattro ordini, a sfavore dei ditteri e a favore degli imenotteri. Inoltre, grazie all'analisi di regressione lineare, si è osservato che la quantità di insetti dipendeva significativamente dalla presenza di fiori ($R^2 = 0,51$) a differenza della quantità

di soli impollinatori ($R^2 = 0,24$), mentre la presenza di fitofagi non era influenzata dal numero di getti ($R^2 = 0,04$).

Grazie al campionamento manuale è stato possibile raggiungere l'identificazione a livello principalmente di famiglia, ma anche di genere e specie in alcuni casi. Fra gli impollinatori predominanti si annoverano esemplari appartenenti al taxon di Hymenoptera Apoidea, rappresentanti di impollinatori fra i più conosciuti e studiati a livello mondiale (Bonelli et al., 2020).

Le informazioni ottenute permettono di definire, in maniera seppur semplificata ed approssimativa, alcuni degli effetti sulla popolazione di *K. pentacarpus* degli insetti che la utilizzano come parte del proprio habitat. Questi effetti dipendono dal ruolo ecologico degli insetti visitatori, che, uniti alle variazioni pedologiche, climatiche e cenologiche, forniscono un quadro d'insieme con cui individuare i fattori che potrebbero essere significativi nel determinare il successo di eventuali azioni di conservazione *in situ* ed *ex situ*.

È necessario sottolineare che le conclusioni tratte in questa tesi sono solo una piccola parte di quelle che potrebbero emergere al termine della valutazione dei risultati complessivi del progetto: in particolare, per completare la fase A4 denominata "Analisi delle dipendenze trofiche" della pianta, sarà prevista un'identificazione a livello specifico dell'intera entomofauna interagente con la specie vegetale ed un'analisi palinologica per determinare quali pollini e di quali dimensioni vengono veicolati dagli insetti presenti nell'habitat di *K. pentacarpus*.

Bibliografia

Angeli, G., Borri, G., Chiesa, S. G., Chini, L., Gallimbeni, L., Marchesini, A., & Sofia, M. (2021). Cimici-Guida al riconoscimento delle specie di interesse agrario nel Nord Italia. *Fondazione Edmund Mach - Centro Trasferimento Tecnologico, S. Michele all'Adige (TN)*.

Bartolucci, F., Peruzzi, L., Galasso, G., Albano, A., Alessandrini, A., Ardenghi, N. M. G., Astuti, G., Bacchetta, G., Ballelli, S., Banfi, E., Barberis, G., Bernardo, L., Bouvet, D., Bovio, M., Cecchi, L., Di Pietro, R., Domina, G., Fascetti, S., Fenu, G., ... Conti, F. (2018). An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 152(2), 179–303.

Béguinot A., 1934 - Flora e fitogeografia delle Paludi Pontine: studiate nelle condizioni anteriori all'attuale bonifica incluso il settore Terracina-lago di Fondi, Parte prima. *Arch. Bot.*, 10: 329-382.

Bonelli, M., Melotto, A., Minici, A., Eustacchio, E., Gianfranceschi, L., Gobbi, M., Casartelli, M., & Caccianiga, M. (2020). Manual Sampling and Video Observations: An Integrated Approach to Studying Flower-Visiting Arthropods in High-Mountain Environments. *Insects*, 11(12), 881.

Brothers, D. J. (1975). Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to Mutillidae. *University of Kansas Science Bulletin*, 50, 483-648.

Bruni, R., Bruno, L., & Ferrarese, A. (2018). Interazioni pianta-ambiente. *Piccin, Padova*.

Dal Cortivo, M. D., Sommacal, M., & Gatti, E. (2021). Chiave dicotomica alle famiglie dei coleotteri della fauna d'italia. *Raggruppamento Carabinieri Biodiversità, Reparto Carabinieri Biodiversità Belluno. Edizioni DBS*.

De Vega, C., & Herrera, C. M. (2013). Microorganisms transported by ants induce changes in floral nectar composition of an ant-pollinated plant. *American Journal of Botany*, 100(4), 792–800.

Ebert, T. A., & Cartwright, B. (1997). Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Southwestern Entomologist*, 22(1), 116-153.

Edson, K.M., Vinson, S.B., Stoltz, D.R., & Summers, M.D. (1981). Virus in a parasitoid wasp: suppression of the cellular immune response in the parasitoid's host. *Science*, 211, 582-583.

Ercole, S., Giacanelli, V., Bertani, G., Brancaleoni, L., Croce, A., Fabrini, G., Gerdol, L., Ghirelli, L., Masin, R., Mion, D., Santangelo, A., Sburlino, G., Tomei, P. E., Villani, M., & Wagensommer, R. P. (2013). Schede per una Lista Rossa della Flora vascolare e crittogamica Italiana. *Informatore Botanico Italiano*, 45 (1) 115-193.

Fischer, J., Dyball, R., Fazey, I., Gross, C., Dovers, S., Ehrlich, P.R., Brulle, R.J., Christensen, C. & Borden, R.J. (2012), Human behavior and sustainability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10: 153-160.

Galasso, G., Conti, F., Peruzzi, L., Ardenghi, N. M. G., Banfi, E., Celesti-Grapow, L., Albano, A., Alessandrini, A., Bacchetta, G., Ballelli, S., Bandini Mazzanti, M., Barberis, G., Bernardo, L., Blasi, C., Bouvet, D., Bovio, M., Cecchi, L., Del Guacchio, E., Domina, G., ... Bartolucci, F. (2018). An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 152(3), 556–592.

Gibson, R., Knott, B., Eberlein, T. & Memmott, J. (2010) — Sampling method influences the structure of plant–pollinator networks. *Oikos*. 120, 822 - 831.

Gobbi, M., & Latella, L. (2011). La fauna dei prati. Vol. 1: Tassonomia, ecologia e metodi di studio dei principali gruppi di invertebrati terrestri italiani. *Quaderni del Museo di Scienze, Trento*.

Goulet, H., & Huber, J. T. (1993). Hymenoptera of the world: An identification guide to families. *Centre for Land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario*.

LIFE20 NAT/IT/001468 PROJECT: TECHNICAL APPLICATION FORMS Part B - technical summary and overall context of the project (2020). LIFE Nature and Biodiversity.

Rands, M. R. W., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Clements, A., Coomes, D., Entwistle, A., Hodge, I., Kapos, V., Scharlemann, J. P. W., Sutherland, W. J., & Vira, B. (2010). Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010. *Science*, 329(5997), 1298–1303.

Sivilov, O., Atanassova, J., & Zlatkov, B. (2011). Food plant spectrum of Oedemeridae species (Insecta, Coleoptera) based on pollen analysis (a preliminary study). *Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences, Biologie*, 64(2), 225-230.

Smith, G. P., Bronstein, J. L., & Papaj, D. R. (2019). Sex differences in pollinator behavior: Patterns across species and consequences for the mutualism. *Journal of Animal Ecology*, 88(7), 971–985.

Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Elementi di Ecologia* (Sesta Edizione). PEARSON.

Smith, T. R., & Brambila, J. (2008). A Major Pest of Cotton, *Oxycarenus hyalinipennis* (Heteroptera: Oxycarenidae) in the Bahamas. *Florida Entomologist*, 91(3), 479–482.

Sullivan, D. J. (1987). Insect Hyperparasitism. *Annual Review of Entomology*, 32(1), 49–70.

Sitografia

CSMON-LIFE, consultabile presso:

http://www.csmon-life.eu/pagina/dettaglio_specie/124 (26/07/2023)

IPBES, consultabile presso:

<https://www.isprambiente.gov.it/files2023/area-stampa/comunicati-stampa/2023comunicato-ipbes.pdf> (26/07/2023)

ISPRA, consultabile presso:

<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/convenzioni-e-accordi-multilaterali/convenzione-sulla-biodiversita-convention-on-biological-diversity> (24/07/2023)

LIFE POLLINATION, consultabile presso:

https://mizar.unive.it/lifepollination.eu/?page_id=2292 (27/07/2023)

LIFE PROGRAMME & NATURA 2000, consultabile presso:

<https://portal.discomap.eea.europa.eu/arcgis/apps/storymaps/collections/4a0cf90d898c4f1696aafa3b8414c392?item=3> (25/07/2023)

LIFE PUBLIC DATABASE, consultabile presso:

<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/details/5736> (26/07/2023)

NATURA 2000 – STANDARD DATA FORM, consultabile presso:

<https://natura2000.eea.europa.eu/natura2000/SDF.aspx?site=IT3250003#3> (14/08/2023)

REGIONE DEL VENETO, consultabile presso:

<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/download> (26/07/2023)

Appendice I

Lista degli insetti identificati

| Giorno | Plot | Ora | Campione | Ordine | Famiglia | Genere | Specie | Individuo | | |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|-----------|----|----|
| 26 giugno 2022 | 1 | 9.50- 10.05 | 1 | Coleoptera | Bruchidae | | | 1 | | |
| | | | 2 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | 2 | | |
| | | | 3 | Coleoptera | Bruchidae | | | 3 | | |
| | 2 | 9.15- 9.30 | 1 | Hemiptera | Rhopalidae | | | | 4 | |
| | | | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | | 5 | |
| | | | 3 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 6 | |
| | | | 4 | Hymenoptera | Ichneumonidae | | | | 7 | |
| | | | 5 | Hemiptera | Cicadellidae | | | | 8 | |
| | | | 6 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 9 | |
| | | | 7 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | | 10 | |
| | | | 8 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 11 | |
| | | | 9 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 12 | |
| | | 11.30- 11.45 | 1 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | | 13 | |
| | | | 2 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 14 | |
| | | | 3 | Hymenoptera | Apidae | <i>Ceratina</i> | <i>cyanea</i> | | 15 | |
| | | | 4 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 16 | |
| | | | 5 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 17 | |
| | | | 6 | Coleoptera | Bruchidae | | | | 18 | |
| | | 3 | 10.45- 11.00 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | | 19 |
| | | | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | | 20 |
| | | | | 3 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | | 21 |
| | 4 | | | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>nobilis</i> | | 22 | |
| | 5 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | | 23 | |
| | 6 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | | 24 | |
| | 7 | | | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | | 25 | |
| | 8 | | | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | | 26 | |
| | 9 | | | Hemiptera | Oxycarenidae | | | | 27 | |
| | 10 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | | 28 | |
| | 11 | | | Coleoptera | Tenebrionidae | <i>Cteniopus</i> | sp. | | 29 | |
| | 12 | | | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | | 30 | |
| | 13 | | | Hemiptera | Oxycarenidae | | | | 31 | |
| | 14 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | | 32 | |
| | 12.05- 12.20 | | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | | 33 | |
| | | 2 | Hymenoptera | Apidae | <i>Ceratina</i> | <i>cyanea</i> | | 34 | | |

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|---------------------|-------------|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|----|
| 5 | | 3 | Hymenoptera | Halictidae | | | 35 | |
| | | 4 | Hymenoptera | Chrysoidea | | | 36 | |
| | | 5 | Coleoptera | Bruchidae | | | 37 | |
| | | 6 | Hymenoptera | Halictidae | | | 38 | |
| | 11.20-11.45 | 1 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | 39 | |
| | | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 40 | |
| | | 4 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>nobilis</i> | 41 | |
| | | 5 | Diptera | Syrphidae | | | 42 | |
| | | 7 | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 43 | |
| | | 8 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>nobilis</i> | 44 | |
| | | 9 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | 45 | |
| | | 10 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 46 | |
| | | 12.30-12.45 | 1 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>nobilis</i> | 47 |
| | | | 2 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | 48 |
| | 3 | | Hymenoptera | Halictidae | <i>Lasioglossum</i> | sp. | 49 | |
| | 4 | | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 50 | |
| | 5 | | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 51 | |
| | 6 | | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | 52 | |
| | 6 | 10.30-10.45 | 1 | Coleoptera | Bruchidae | | | 53 |
| | | | 2 | Hymenoptera | Vespidae | <i>Polistes</i> | sp. | 54 |
| 4 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 55 | |
| 5 | | | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 56 | |
| 6 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | 57 | |
| 7 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | 58 | |
| 8 | | | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 59 | |
| 10 | | | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>terrestris</i> | 60 | |
| 12 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | 61 | |
| 13 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | 62 | |
| 12.10-12.25 | | 14 | Coleoptera | Bruchidae | | | 63 | |
| | | 15 | Coleoptera | Bruchidae | | | 64 | |
| | | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 65 | |
| | | 2 | Coleoptera | Bruchidae | | | 66 | |
| | | 3 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 67 | |
| | | 4 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 68 | |
| | | 5 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>nobilis</i> | 69 | |
| | | 6 | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 70 | |
| | | 7 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 71 | |
| 8 | Hymenoptera | Apoidea (Apiformes) | | | 72 | | | |
| 9 | Diptera | Syrphidae | | | 73 | | | |

| | | | | | | | | |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------------|------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|-----|
| 3 agosto 2022 | 7 | 11.45- 12.00 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 74 |
| | | | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 75 |
| | | | 3 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 76 |
| | | | 4 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 77 |
| | | | 5 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | 78 |
| | | | 6 | Coleoptera | Bruchidae | | | 79 |
| | | | 7 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Carpocoris</i> | sp. | 80 |
| | 8 | 12.10- 12.25 | 2 | Coleoptera | Bruchidae | | | 81 |
| | | | 3 | Hemiptera | Rhopalidae | | | 82 |
| | | | 4 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 83 |
| | | | 5 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 84 |
| | | | 6 | Hemiptera | Rhopalidae | | | 85 |
| | | | 7 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 86 |
| | | | 8 | Coleoptera | Bruchidae | | | 87 |
| 3 agosto 2022 | 2 | 8.35- 8.50 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 88 |
| | | | 2 | Coleoptera | Bruchidae | | | 89 |
| | | | 3 | Coleoptera | Bruchidae | | | 90 |
| | | | 4 | Coleoptera | Bruchidae | | | 91 |
| | | | 5 | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 92 |
| | | 10.10- 10.30 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 93 |
| | | | 2 | Hemiptera | Rhopalidae | | | 94 |
| | | | 3 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 95 |
| | | | 4 | Coleoptera | Bruchidae | | | 96 |
| | | | 5 | Hymenoptera | Vespidae | | | 97 |
| | 11.25- 11.40 | 1 | Hymenoptera | Vespidae | | | 99 | |
| | | 2 | Hymenoptera | Vespidae | | | 100 | |
| | 3 | 8.35- 8.50 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 101 |
| | | | 3 | Hymenoptera | Formicidae | | | 102 |
| | | | 4 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 103 |
| | | 10.00 - 10.15 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 104 |
| | | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 105 |
| 3 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 106 | |
| 4 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | 107 | |
| 5 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | 108 | |
| 6 | | | Coleoptera | Bruchidae | | | 109 | |
| 8 | | | Hymenoptera | Formicidae | | | 110 | |
| 9 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 111 | | | |
| 10 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 112 | | | |

| | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-----|-----|
| | | | 11 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 113 | |
| | | | 12 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 114 | |
| | | | 11.15 - 11.30 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 115 |
| | | | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 116 |
| | | | | 3 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 117 |
| | | | | 4 | Hymenoptera | Formicidae | | | 118 |
| | | | | 5 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 119 |
| | | | | 6 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 120 |
| 7 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 121 | | | | |
| 8 | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 122 | | | | |
| 5 | 8.25- 8.40 | 2 | Coleoptera | Oedemeridae | <i>Oedemera</i> | <i>flavipes</i> | 123 | | |
| | | 3 | Coleoptera | Tenebrionidae | | | 124 | | |
| | | 4 | Hemiptera | Rhopalidae | <i>Boisea</i> | sp. | 125 | | |
| 6 | 9.00- 9.15 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 126 | | |
| | | 2 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 127 | | |
| | 10.30- 10.45 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 128 | | |
| | | 2 | Coleoptera | Bruchidae | | | 129 | | |
| | | 3 | Hymenoptera | Formicidae | | | 130 | | |
| | | 4 | Coleoptera | Bruchidae | | | 131 | | |
| | | 5 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 132 | | |
| | | 6 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 133 | | |
| | 11.15- 11.30 | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 134 | | |
| | | 3 | Hymenoptera | Tiphiidae | | | 135 | | |
| | | 4 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 136 | | |
| | 9 | 8.50 - 9.05 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 137 | |
| 2 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 138 | | |
| 3 | | | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 139 | | |
| 4 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 140 | | |
| 5 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 141 | | |
| 6 | | | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>pascuorum</i> | 142 | | |
| 7 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 143 | | |
| 8 | | | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 144 | | |
| 10:25 - 10.40 | | 1 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>terrestris</i> | 145 | | |
| | | 2 | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 146 | | |
| 11:20 - 11:35 | | 1 | Hymenoptera | Vespidae | | | 147 | | |
| | | 2 | Hymenoptera | Vespidae | | | 148 | | |
| | | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 149 | | |
| 3 | | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 150 | | | |

| | | | | | | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----|
| 9 agosto 2022 | 11 | 10:45- 11:00 | 4 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 151 |
| | | | 1 | Coleoptera | Bruchidae | | | 152 |
| | | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 153 |
| | | | 3 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 154 |
| | | 4 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 155 | |
| | | 11:55- 12:10 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 156 |
| | | | 2 | Coleoptera | Bruchidae | | | 157 |
| | | | 3 | Hymenoptera | Apidae | <i>Ceratina</i> | <i>cyanea</i> | 158 |
| | | 9:20- 9:35 | 2 | Coleoptera | Bruchidae | | | 159 |
| | | | 3 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 160 |
| | 4 | | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 161 | |
| | 5 | | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 162 | |
| | 6 | | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 163 | |
| | 7 | | Hymenoptera | Vespidae | | | 164 | |
| | 8 | | Hymenoptera | Vespidae | | | 165 | |
| | 10:55- 11:10 | | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 166 |
| | | | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 167 |
| | | | 3 | Coleoptera | Bruchidae | | | 168 |
| | | 4 | Hymenoptera | Formicidae | | | 169 | |
| | 11:50- 12:05 | 1 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 170 | |
| 2 | 7:55- 8:10 | 1 | Hemiptera | Rhopalidae | | | 171 | |
| | | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 172 | |
| | 9:40- 9:55 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 173 | |
| | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 174 | |
| | | 3 | Diptera | Tachinidae | | | 175 | |
| | 10:10- 10:25 | 1 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 176 | |
| | | 2 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 177 | |
| | | 3 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>pascuorum</i> | 178 | |
| | 3 | 7:50- 8:05 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 179 |
| | | | 4 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 180 |
| 5 | | | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 181 | |
| 7 | | | Diptera | Syrphidae | | | 182 | |
| 9:35- 9:50 | | 1 | Hymenoptera | Formicidae | | | 183 | |
| | | 2 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>terrestris</i> | 184 | |
| 10:20- 10:35 | | 1 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>pascuorum</i> | 185 | |
| | | 2 | Hymenoptera | Vespidae | | | 186 | |
| | | 3 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 187 | |
| | | 4 | Coleoptera | Bruchidae | | | 188 | |
| | 5 | Hymenoptera | Vespidae | | | 189 | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|---------------|---------------|-------------|---------------------|------------------------|-------------------|-----|-----|
| | | 6 | Hymenoptera | Vespidae | | | 190 | |
| | 11.10-11:25 | 1 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>hortorum</i> | 191 | |
| | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 192 | |
| 6 | 7:55-8:10 | 1 | Hemiptera | Oxycarenidae | | | 193 | |
| | 9:30-9:45 | 1 | Hymenoptera | Tiphiidae | | | 194 | |
| | 9:30-9:45 | 2 | Hymenoptera | Apidae | <i>Ceratina</i> | <i>cyanea</i> | 195 | |
| | | 3 | Hymenoptera | Apidae | <i>Ceratina</i> | <i>cyanea</i> | 196 | |
| | 10:20-10:35 | 1 | Coleoptera | Bruchidae | | | 197 | |
| 9 | 7:55-8:10 | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 198 | |
| | | 3 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 199 | |
| | | 5 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>terrestris</i> | 200 | |
| | 8:45-9:00 | 1 | Hymenoptera | Halictidae | | | 201 | |
| | | 2 | Hymenoptera | Apidae | <i>Ceratina</i> | <i>cyanea</i> | 202 | |
| | | 3 | Hymenoptera | Apidae | | | 203 | |
| | | 4 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 204 | |
| | | 5 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 205 | |
| | | 6 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>pascuorum</i> | 206 | |
| | 9:50-10:05 | 1 | Hymenoptera | Apidae | <i>Xylocopa</i> | <i>violacea</i> | 207 | |
| | | 2 | Hymenoptera | Apidae | <i>Bombus</i> | <i>pascuorum</i> | 208 | |
| | | 3 | Hymenoptera | Halictidae | | | 209 | |
| | 11:10-11:25 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 210 | |
| | | 2 | Hymenoptera | Apidae | <i>Ceratina</i> | <i>cyanea</i> | 211 | |
| | | 3 | Hymenoptera | Halictidae | | | 212 | |
| 10 | 8:55 - 9:10 | 1 | Hymenoptera | Apidae | <i>Xylocopa</i> | <i>violacea</i> | 213 | |
| | | 2 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 214 | |
| | 10:05 - 10:20 | 1 | Coleoptera | Bruchidae | | | 215 | |
| | 11:00 - 11:15 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 216 | |
| 11 | 8:50 - 9:05 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 217 | |
| | | 2 | Hemiptera | Alydidae | | | 218 | |
| | | 3 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 219 | |
| | | 4 | Hemiptera | Aphididae | | | 220 | |
| | 11:10 - 11:25 | 1 | Hemiptera | Pentatomidae | <i>Nezara</i> | <i>viridula</i> | 221 | |
| 25 agosto 2022 | 3 | 8:00 - 8:15 | 1 | Coleoptera | Tenebrionidae | | | 222 |
| | | | 2 | Hymenoptera | Ichneumonidae | | | 223 |
| | | 9:25 - 9:40 | 1 | Hymenoptera | Formicidae | | | 224 |
| | | | 3 | Hymenoptera | Ichneumonidae | | | 225 |
| | | 10:30 - 10:45 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 226 |
| | | | 3 | Hymenoptera | Ichneumonidae | | | 227 |
| | 10 | 8:55 - 9:10 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 228 |

| | | | | | | | |
|----|------------------|---|-------------|---------------------------|----------------------|-----|-----|
| | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 229 |
| | | 3 | Diptera | Syrphidae | | | 230 |
| | 9:55 - 10:10 | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 231 |
| | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 232 |
| | 11:05 - 11:15 | 1 | Coleoptera | Bruchidae | | | 233 |
| 11 | 8:30 - 8:45 | 1 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 234 |
| | | 1 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 235 |
| | | 2 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 236 |
| | | 3 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 237 |
| | 8:35 - 8:50 | 4 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 238 |
| | | 5 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 239 |
| | | 6 | Hemiptera | Membracidae | <i>Stictocephala</i> | sp. | 240 |
| | | 7 | Diptera | Syrphidae | | | 241 |
| 13 | 9:25 - 9:40 | 1 | Hymenoptera | (Chrysoidea) | | | 242 |
| | | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 243 |
| | 10:20 - 10:35 | 1 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 244 |
| | | 1 | Hymenoptera | (Apoidea Spheciformes) | | | 245 |
| | 11:20 - 11:35 | 2 | Hymenoptera | (Apoidea Apiformes) | | | 246 |
| | | 3 | Coleoptera | Chrysomelidae | | | 247 |
| | | 4 | Hymenoptera | Scoliidae | | | 248 |
| 14 | 9:15 - 9:30 | 1 | Hymenoptera | Apidae | | | 249 |
| | 10:15 - 10:30 | 1 | Hymenoptera | Formicidae | | | 250 |

Appendice II

Dati biometrici e fenologici di *K. pentacarpos*

| Data | Plot | Ora | Boccioli | Getti | Fiori | Frutti | Artropodi | |
|----------------|---------------|-------------|-------------|-------|-------|--------|-----------|---|
| 26 luglio 2022 | 1 | 9.50-10.05 | 3 | 8 | 2 | 28 | 4 | |
| | 2 | 9.00-9.15 | 42 | 2 | 13 | 63 | 9 | |
| | | 11.30-11.45 | | | 10 | | 6 | |
| | 3 | 10.45-11.00 | 189 | 3 | 12 | 50 | 13 | |
| | | 12.05-12.20 | | | | | 6 | |
| | 5 | 11.20-11.35 | 2 | 3 | 3 | 25 | 10 | |
| | | 12.30-12.45 | | | | | 6 | |
| | 6 | 10.30-10.45 | 67 | 5 | 36 | 156 | 15 | |
| | | 12.00-12.15 | | | 32 | | 9 | |
| | 7 | 11.45-12.00 | 4 | 4 | 2 | 48 | 7 | |
| | 8 | 12.10-12.25 | 29 | 6 | 11 | 74 | 8 | |
| | 3 agosto 2022 | 2 | 8.35-8.50 | 4 | 2 | 1 | 92 | 5 |
| | | | 10.10-10.25 | | | | | 6 |
| | | | 11.25-11.40 | | | | | 2 |
| 3 | | 8.35-8.50 | 0 | 3 | 9 | 74 | 5 | |
| | | 10.00-10.15 | | | | | 12 | |
| | | 11.15-11.30 | | | | | 8 | |
| 5 | | 8.25-8.40 | 0 | 3 | 0 | 18 | 4 | |
| 6 | | 9.00-9.15 | 5 | 5 | 1 | 210 | 2 | |
| | | 10.30-10.45 | | | | | 5 | |
| | | 11.15-11.30 | | | | | 4 | |
| 9 | | 8.50-9.05 | 243 | 3 | 19 | 45 | 8 | |
| | | 10.20-10.35 | | | | | 2 | |
| | | 11.20-11.35 | | | | | 2 | |
| 10 | | 9.20-9.35 | 0 | 3 | 2 | 35 | 4 | |
| | | 10.15-10.30 | | | | | 4 | |
| | | 11.55-12.10 | | | | | 3 | |
| 11 | | 9.20-9.35 | 3 | 7 | 6 | 95 | 8 | |
| | | 10.55-11.10 | | | | | 4 | |

| | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-----|---|----|-----|-----|
| | | 11.50-12.05 | | | | | 1 |
| 9 agosto 2022 | 2 | 7.55-8.10 | 1 | 2 | 1 | 35 | 2 |
| | | 9.40-9.55 | | | | | 3 |
| | | 10.10-10.25 | | | | | 3 |
| | | 10.45-11.00 | | | | | 1 |
| | | 7.50-8.05 | | | | | 244 |
| | 9.35-9.50 | 2 | | | | | |
| | 10.20-10.35 | 7 | | | | | |
| | 11.10-11.25 | 2 | | | | | |
| | 6 | 7.55-8.10 | 10 | 5 | 1 | 67 | 1 |
| | | 9.30-9.45 | | | | | 3 |
| | | 10.20-10.35 | | | | | 1 |
| | | 11.10-11.25 | | | | | 0 |
| | 9 | 7.55-8.10 | 94 | 3 | 13 | 118 | 5 |
| | | 8.45-9.00 | | | | | 5 |
| | | 9.50-10.05 | | | | | 3 |
| | | 11.10-11.25 | | | | | 3 |
| | 10 | 8.55-9.10 | 165 | 3 | 3 | 47 | 2 |
| | | 10.05-10.20 | | | | | 1 |
| | | 11.00-11.15 | | | | | 1 |
| 11 | 8.50-9.05 | 4 | 7 | 1 | 41 | 4 | |
| | 11.10-11.25 | | | | | 1 | |
| 25 agosto 2022 | 3 | 8.00-8.15 | 0 | 3 | 1 | 104 | 3 |
| | | 10.30-10.45 | | | | | 3 |
| | | 9.25-9.40 | | | | | 3 |
| | 10 | 9.55-10.10 | 0 | 3 | 1 | 91 | 2 |
| | | 11.05-11.20 | | | | | 1 |
| | | 8.50-9.05 | | | | | 3 |
| | 11 | 8.30-8.45 | 3 | 7 | 1 | 32 | 1 |
| | | 10.00-10.15 | | | | | 0 |
| | | 11.00-11.15 | | | | | 0 |
| | 13 | 8.45-9.00 | 33 | 3 | 2 | 23 | 7 |
| | | 9.25-9.40 | | | | | 2 |

| | | | | | | |
|-----------|-------------|----|---|---|----|---|
| | 10.20-10.35 | | | | | 1 |
| | 11.20-11.35 | | | | | 4 |
| | | | | | | |
| 14 | 10.15-10.30 | 61 | 4 | 4 | 14 | 1 |
| | 9.15-9.30 | | | | | 1 |