

I Ditteri Sirfidi (Diptera Syrphidae) e il ruolo delle aree verdi urbane nella conservazione della biodiversità

LINDA TOSSUT

Via Riomaggiore, 48, 33092 Meduno (PN), email: tossut.linda@gmail.com

CARLA CORAZZA

Stazione di Ecologia, Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, via F. Vancini 2, I-44121 Ferrara, email: c.corazza@comune.fe.it

DANIELE SOMMAGGIO

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Amendola 2, Pad. Besta - I-42122 Reggio Emilia (Italy), National Biodiversity Future Center

E-mail: daniele.sommaggio@unimore.it

RIASSUNTO

I Sirfidi sono una famiglia di Ditteri Brachiceri che conta nel mondo all'incirca 6100 specie. Per l'Europa sono conosciute 964 specie, in Italia 536. Gli adulti svolgono un ruolo importante come impollinatori, mentre le larve delle diverse specie occupano diverse nicchie ecologiche. Le caratteristiche biologiche ed ecologiche dei Sirfidi, e in particolare delle loro larve, li rendono uno dei gruppi più utilizzati ai fini della valutazione ambientale. Il metodo Syrph the Net usa i Sirfidi come bioindicatori dello stato di conservazione della biodiversità. Il Museo di Storia Naturale di Ferrara studia i Sirfidi della provincia di Ferrara dal 2003. Questo articolo pubblica i risultati di campionamenti condotti fra il 2017 e il 2019 in 3 siti del parco circolare delle Mura di Ferrara, integrati con i dati raccolti nell'adiacente Parco Urbano Bassani nel 2004. Scopo del lavoro era valutare la capacità del più grande parco urbano ferrarese di supportare la biodiversità. Il parco è risultato statisticamente affine ad ecosistemi terrestri con alta naturalità della Pianura Padana. La Funzione di Mantenimento della Biodiversità è risultata buona, compresa fra il 59% e il 63%, con tutti i microhabitat in stato di conservazione almeno buono ($\geq 50\%$). Sono presenti alcune specie ecologicamente esigenti, come *Eumerus argyropus*, *Mesembrius peregrinus*, *Chalcosyrphus nemorum*, *Epistrophe melanostoma* e *Triglyphus primus*. I risultati sottolineano il ruolo delle aree verdi urbane nella conservazione della biodiversità.

Parole chiave: Syrphidae, parchi urbani, conservazione della biodiversità

ABSTRACT

Hoverflies (Diptera Syrphidae) and the role of the urban green spaces in biodiversity conservation

The Syrphids are a family of Diptera Brachicera which numbers approximately 6100 species in the world. For Europe, 964 species are known, 536 in Italy. Adults play an important role as pollinators, while the larvae of the different species have different ecological niches. The biological and ecological characteristics of hoverflies, and particularly their larvae, make them one of the most used groups for environmental assessment purposes. The Syrph the Net method uses hoverflies as bioindicators of the state of conservation of biodiversity. The Natural History Museum of Ferrara has been studying the hoverflies of the province of Ferrara since 2003. This article publishes the results of a sampling campaign conducted between 2017 and 2019 in 3 sites of the circular park of the Walls of Ferrara, integrated with data collected in the adjacent Bassani Urban Park in 2004. The aim of the work was to evaluate the capacity of the largest urban park in Ferrara to support biodiversity. The park was found to be statistically similar to highly natural terrestrial ecosystems of the Po Valley. The Biodiversity Maintenance Function was good, between 59% and 63%, with all microhabitats in at least good state of conservation ($\geq 50\%$). Some ecologically demanding species, such as *Eumerus argyropus*, *Mesembrius peregrinus*, *Chalcosyrphus nemorum*, *Epistrophe melanostoma* and *Triglyphus primus*, were found. The results underline the role of urban green areas in biodiversity conservation.

Key words: Syrphidae, urban parks, biodiversity conservation

INTRODUZIONE

I Sirfidi sono una famiglia di Ditteri Brachiceri che conta nel mondo all'incirca 6100 specie (COURTNEY *et al.*, 2017), suddivise in circa 190 generi. Sono ampiamente diffusi in tutti i continenti, con l'eccezione dell'Antartide. Per l'Europa sono conosciute 913 specie (REVERTÈ *et al.*, 2023). L'Italia, con oltre 500 specie segnalate, è il secondo paese europeo con il

maggior numero di specie (BURGIO *et al.*, 2015; BIRTELE & SOMMAGGIO, 2021; REVERTÈ *et al.*, 2023).

La conoscenza a livello tassonomico della fauna europea si può considerare buona, mentre la conoscenza della distribuzione dei Sirfidi in Italia è ancora lacunosa e incerta. Con poche eccezioni (e.g. BIRTELE, 2011) mancano infatti indagini faunistiche mirate nell'Italia centro-meridionale (SOMMAGGIO & BURGIO, 2004).

Rispetto ad altre famiglie di ditteri, i sirfidi sono facilmente riconoscibili per alcuni caratteri morfologici molto stabili, primo fra tutti la presenza della vena spuria, ossia di un ripiegamento dell'ala che corre longitudinalmente lungo l'ala, parallela alle principali vene alari (nella fauna italiana solo una specie ne è priva).

Recenti studi molecolari, combinati con l'analisi dei caratteri morfologici di adulti e larve, hanno confermato la validità della suddivisione dei Syrphidae in 4 sottofamiglie (PAULI *et al.*, 2018; MORAN *et al.*, 2022; WONG *et al.*, 2023). I Microdontinae, con 550 specie principalmente appartenenti alla fauna tropicale e solo sei specie del genere *Microdon* in Europa sono l'outgroup di tutti i Syrphidae. I Syrphinae, circa un terzo di tutti i Sirfidi, sono un gruppo monofiletico ben caratterizzato da diverse sinapomorfosi; interessante la presenza di larve tutte predatrici con l'eccezione di poche specie tropicali. Gli Eristalinae, la sottofamiglia più numerosa con circa 550 nella fauna europea, sono un gruppo parafiletico e per questo motivo tassonomicamente non validi. Infine molto dibattuta è la sottofamiglia dei Pipizinae, con circa 30 specie nella fauna italiana, che formano un gruppo monofiletico vicino ai Syrphinae, a cui si avvicinano anche per habitus larvale.

Mentre la maggior parte degli adulti di Sirfidi sono glicifagi, le larve presentano una gamma di caratteristiche trofiche che le portano a un'interazione molto stretta e diversificata con l'ecosistema di appartenenza. Le specie dei generi *Merodon*, *Eumerus*, *Cheilosia* sono fitofaghe e si alimentano a spese di diverse parti vegetali tra cui bulbi, fusti, radici, rizomi e foglie. Le sottofamiglie Syrphinae e Pipizinae sono zoofaghe e le larve cacciano principalmente afidi (RODRIGUEZ-GASOL *et al.*, 2020), sebbene alcune specie si siano specializzate nel predare bruchi di Lepidotteri o larve di Coleotteri; i generi *Volucella* e *Microdon* hanno larve che si nutrono o sfruttano le larve degli imenotteri sociali che le ospitano nei loro nidi (SOMMAGGIO, 1999). Anche all'interno dello stesso gruppo trofico vi possono essere delle interessanti specializzazioni; le specie con larve afidifaghe possono essere associate a differenti strati della vegetazione: *Melanostoma* e *Sphaerophoria* vivono, per esempio, tra la vegetazione bassa, mentre generi come *Melangyna* ed *Epistrophe* possono essere arboricoli.

La condizione trofica più diffusa fra le larve è quella della saprofagia, che si ritrova nella maggior parte degli Eristalinae. Le larve saprofaghe si nutrono di materia vegetale o animale in decomposizione: a seconda del substrato in cui si sviluppano possiamo parlare di larve saprofaghe acquatiche, terrestri o saproxiliche: i Sirfidi saprofagi svolgono un ruolo importante nei processi di mineralizzazione dei cicli biogeochimici. Poche specie del genere *Cheilosia* (prevalentemente fitofago nello stadio larvale) hanno larve micetofaghe che si nutrono di spore, miceli o corpi fruttiferi fungini.

Le larve possono quindi assumere valenza di veri bioindicatori anche se la loro biodiversità viene "letta" sugli adulti (SOMMAGGIO & PAOLETTI, 2018), molto più semplici da individuare, raccogliere e identificare.

I sirfidi come bioindicatori

Le caratteristiche biologiche ed ecologiche dei Sirfidi li rendono uno dei gruppi più utilizzati ai fini della valutazione ambientale (SPEIGHT, 1986; SOMMAGGIO, 1999; SPEIGHT & CASTELLA, 2001; SOMMAGGIO & BURGIO, 2014): l'elevato numero di specie e le notevoli diversità adattative, soprattutto allo stadio larvale, permettono alle specie di rispondere in modo differente alle diverse condizioni ambientali. I Sirfidi hanno comunità ben caratterizzate nella maggior parte degli ecosistemi terrestri e possono quindi essere utilizzati per la valutazione ambientale di una vasta gamma di habitat. Altre caratteristiche importanti per un loro utilizzo come bioindicatori (SOMMAGGIO & PAOLETTI, 2018) sono la stabilità tassonomica, il riconoscimento delle specie abbastanza agevole, soprattutto nel Nord Europa, dove esistono diversi manuali di riconoscimento; la conoscenza dell'ecologia e della biologia del gruppo spesso molto dettagliata, la disponibilità di checklist o mappe di distribuzione che sono alla base di un'ottima conoscenza del loro areale.

Sono inoltre disponibili per i Sirfidi alcune tecniche di campionamento standardizzabili; particolarmente importanti in questo senso sono le trappole di Malaise che consentono di replicare il campionamento in modo confrontabile (BURGIO *et al.*, 2015).

Come svantaggi per un utilizzo dei Sirfidi come bioindicatori possiamo indicare la corta stagione di volo di alcune specie, che rende difficoltosa la raccolta di tutte le specie presenti in un'area, e la presenza di alcune specie a spiccata attitudine migratoria.

I Sirfidi sono uno dei pochi gruppi di invertebrati per i quali esiste una tecnica di analisi dei dati che permette di standardizzare i risultati. Questa tecnica, nota come Syrph the Net (SPEIGHT & CASTELLA 2001) si basa concettualmente sul confronto tra il popolamento di Sirfidi osservato mediante campionamento e quello atteso in base alla tipologia di habitat presenti. Il rapporto tra questi due valori (specie osservate e specie attese) permette di ottenere una stima dello stato di conservazione di un particolare ecosistema.

La premessa centrale del database di StN (Fig. 1) è che le specie di Sirfidi sono associate a particolari habitat e che quindi ogni habitat ha una sua caratteristica comunità di Sirfidi. L'associazione tra le specie e gli habitat di presenza deriva da informazioni estratte dalla letteratura e dall'esperienza diretta di molti specialisti (SPEIGHT, 2012).

Nel database di StN vengono individuati tre gradi di associazione con i macrohabitat: mancanza di associazione; associazione in presenza di particolari condizioni (presenza di habitat supplementari come un ruscello all'interno di un bosco); associazione habitat / specie. Quest'ultimo caso può essere ulteriormente suddiviso in funzione del fatto che l'habitat sia quello preferenziale della specie.

Conoscendo quindi gli habitat presenti in un dato sito e l'elenco delle specie presenti nell'area geografica in cui il sito è collocato, è possibile estrapolare l'elenco di specie attese per quel determinato sito. Questo elenco sarà tanto più preciso

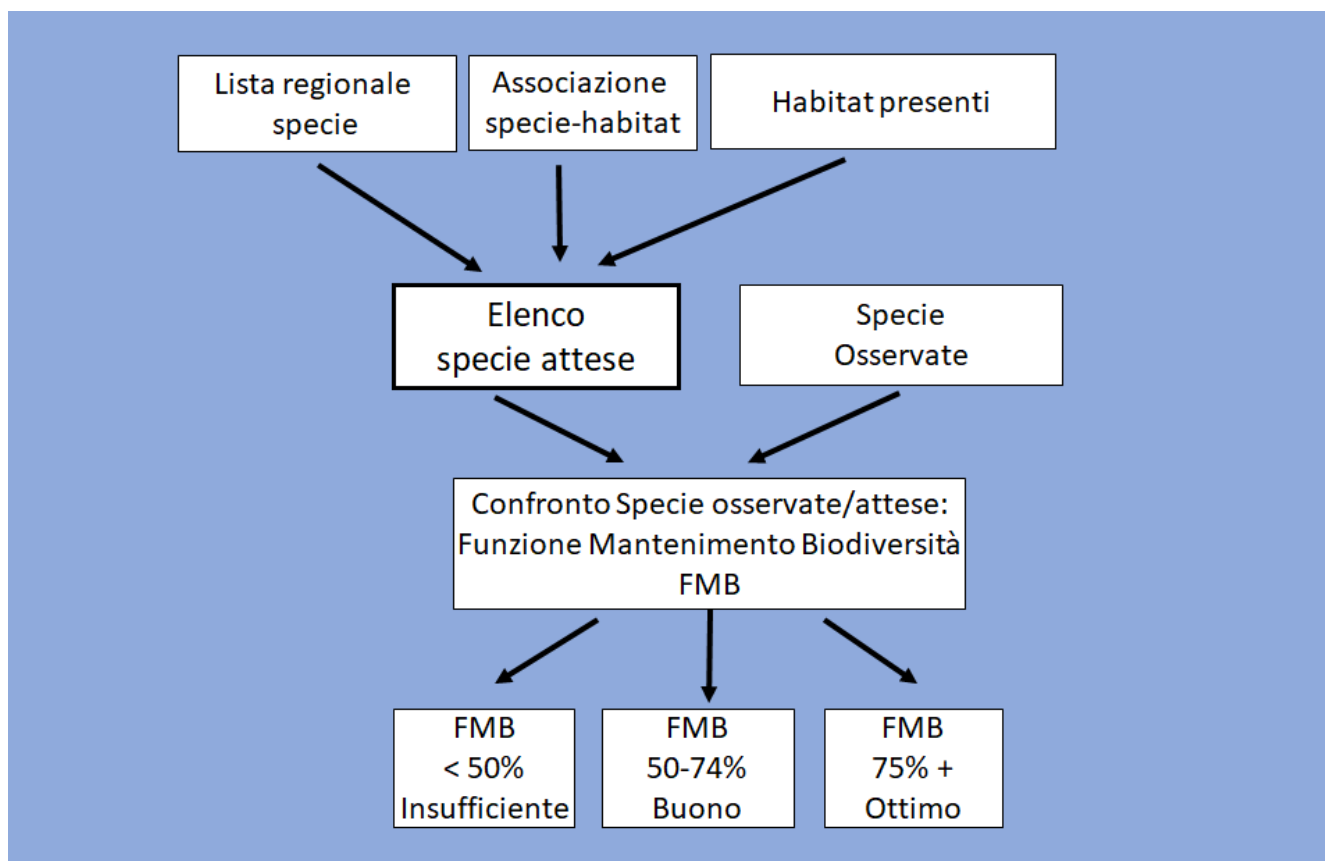


Fig. 1. Razionale di Syrph the Net, ridisegnato da Speight, 2012.

quanto maggiore è il dettaglio degli habitat presenti e quanto questi sono estesi. È infatti plausibile che se gli habitat indicati occupano un'area poco estesa, specie non attese potranno comunque migrare dagli habitat limitrofi. L'elenco delle specie attese viene quindi confrontato con l'elenco delle specie osservate che si ottiene tramite campionamenti effettuati con metodi standardizzati.

Il rapporto tra le specie attese e quelle osservate, espresso in percentuale, è indicato come FMB (Funzione di Mantenimento della Biodiversità) e rappresenta una stima dello stato di conservazione di un sito. Il valore di FMB può variare dallo 0% (nel caso in cui nessuna delle specie attese è presente), che rappresenta la condizione peggiore, fino al 100% (tutte le specie attese sono presenti), che rappresenta invece la condizione ottimale. Il valore FMB del 50% è il limite scelto per considerare un sito ben conservato (SPEIGHT, 2012).

I sirfidi come impollinatori

Alcune recenti review (RODRIGUEZ-GASOL *et al.*, 2020; DOYLE *et al.*, 2020) hanno evidenziato il contributo dei sirfidi nel servizio ecosistemico dell'impollinazione. I sirfidi sono stati spesso sottostimati come impollinatori, in particolare se paragonati alle api. Eppure, nonostante manifestino poca specializzazione floristica a livello di specie, essi mostrano a livel-

lo di individui e nel breve periodo una costanza nella scelta di una determinata specie floreale, fattore determinante nel trasferimento efficace del polline fra individui vegetali della stessa specie (LUCAS *et al.*, 2018). I sirfidi (in particolare gli Eristalinae) possono contribuire in un modo diverso da quello delle api all'impollinazione (RADER *et al.*, 2016): si è visto infatti che la produzione in determinati raccolti, in particolare la produzione di frutti, aumenta con le visite degli insetti diversi dalle api domestiche (*Apis mellifera*) e selvatiche, indipendentemente dal tasso di visita delle api. La presenza quindi di una gamma ampia e diversificata di impollinatori è importante per una efficace impollinazione delle piante.

I sirfidi hanno individualmente minori esigenze energetiche rispetto alle api, risultando quindi affidabili impollinatori in situazioni ambientali climaticamente difficili: negli ambienti alpini, artici e montani i Sirfidi, e più in generale i Ditteri, rimpiazzano completamente le api come impollinatori (GALLIOT *et al.*, 2017; LEFEBVRE *et al.*, 2018).

Un tratto autecologico particolarmente importante è che i sirfidi, non accudendo la prole, non sono vincolati alla ricerca dei fiori in un raggio limitato attorno ad un nido, come accade invece per le api domestiche e selvatiche. I sirfidi quindi possono essere responsabili del trasporto di polline anche a grandi distanze (RODRIGUEZ-GASOL *et al.*, 2020), assicurando

il flusso genico fra piante molto lontane fra di loro, e possono rispondere in modo diverso dalle api selvatiche alla struttura del paesaggio, avendo meno necessità della presenza di habitat naturali o seminaturali in prossimità dei raccolti (RADER *et al.*, 2016; WOTTON *et al.*, 2019). Non va poi dimenticato che una parte consistente dei sirfidi sono afidifagi e svolgono un ruolo importante nel controllo biologico di questi fitofagi; recentemente PEKAS *et al.* (2020) hanno dimostrato come la presenza di sirfidi in coltura può avere il duplice effetto positivo di controllare gli afidi e favorire l'impollinazione delle colture.

Le indagini ferraresi

Il Museo di Storia Naturale di Ferrara è impegnato ormai da vent'anni nello studio delle comunità sirfidologiche del Ferrarese e ha progressivamente indagato numerose località (SOMMAGGIO *et al.*, 2004a, 2004b; CORAZZA, 2012; CORAZZA *et al.*, 2015; SOMMAGGIO & CORAZZA, 2006; SOMMAGGIO & CORAZZA, 2016). Questo articolo fa riferimento alle indagini condotte in alcune località incluse nel parco circolare delle Mura di Ferrara e nelle sue vicinanze. In particolare, vengono analizzati i risultati di un campionamento condotto fra il 2017 e il 2019 in tre località situate lungo la cinta muraria di Ferrara, messi a confronto e integrati con dati raccolti nel 2004 nel parco urbano a nord della città. Scopo dell'indagine era avere informazioni sulla comunità sirfidologica ospitata dal più grande complesso a parco urbano della città di Ferrara e sul ruolo del parco in termini di conservazione della biodiversità.

MATERIALI E METODI

Le indagini sono avvenute nel periodo 2017-2019. Lo studio si collocava in parte all'interno del progetto europeo Interreg HICAPS-Historical Castle Parks, nell'ambito del quale sono stati indagati anche i Coleotteri Carabidi (CORAZZA *et al.*, 2022). I dati del campionamento sono stati integrati con quelli ottenuti in precedenti indagini sul prospiciente campo da golf del CUS - Centro Sportivo Universitario (SOMMAGGIO & CORAZZA, 2006): l'area è dotata di prati, siepi e laghetti ed è integrata nel parco urbano nord di Ferrara "Giorgio Bassani". In Fig. 2 e Tab. 1 vengono descritti i siti analizzati: per ognuno viene riportata la sigla identificativa per le successive analisi, le coordinate delle trappole Malaise, il numero di Malaise installate con i rispettivi giorni di attività, gli habitat individuati secondo i codici StN e CORINE (DEVILLERS *et al.*, 1991).

Caratteristiche delle aree indagate

Campo da golf del Centro Sportivo Universitario ("CUS", Ferrara, FE)

Il Campo da golf del CUS ferrarese si trova a nord delle mura di cinta settentrionali della città, all'interno del Parco urbano-agricolo "Giorgio Bassani". Il parco si estende per circa 16.000 ettari verso nord fino all'argine del Po. Il campo da golf è stato realizzato nel 1988, a partire da alcuni terreni agricoli. Il sito è soggetto a sfalci meccanici ma, almeno all'epoca dei campionamenti, non venivano utilizzati pesticidi o altri prodotti dannosi



Fig. 2. Localizzazione dei siti di indagine 2017-2019 e del sito CUS 2004 a confronto.

Sito	Sigla	Anno	N. trappole/ attività (gg)	Coordinate	Habitat StN	Habitat CORINE
Campo da golf del CUS	CUS	2004	1M/211	44°51'12.48" N, 11°37'37.96" E	23112; 7443	35.1;89.21
Terraviva	TER	2017; 2018	1M/148 1M/90	44°50'36.81" N, 11°37'36.89" E	55	85.1
Mura Ferrara	Mura1	2019	1M/209	44°49'42.17" N, 11°37'13.83" E	55	85.1
Mura Ferrara	Mura2	2019	1M/126	44°49'30.79" N, 11°37'29.99" E	55	85.1

Tab. 1. Siti indagati, sigla attribuita al sito, numero di trappole utilizzate e giorni di attività, coordinate delle trappole Malaise, codici identificativi degli habitat secondo i codici StN e CORINE.

per l'ambiente. L'area considerata per il campionamento è di 11 ettari e rappresenta un terzo della superficie complessiva del campo da golf. Si tratta di un'area ricca dal punto di vista della diversità floristica autoctona, in cui sono presenti siepi con olmo, sanguinella, bagolaro, biancospino, sambuco, prugnolo, pioppo bianco. Nella zona è presente inoltre un laghetto a debole corrente.

La trappola Malaise è stata collocata vicino alla siepe sorta spontaneamente sulla massicciata di un vecchio tracciato ferroviario dismesso nel 1956. I campionamenti si sono svolti dal 26 marzo al 5 novembre 2004, con una breve interruzione dovuta a maltempo nel mese di aprile.

Gli habitat individuati sono stati:

Prato secco stabile (StN 23112, CORINE 35.1)

Canale di pianura (StN 7443, CORINE 89.21)

Parco urbano con caratteristiche di arbusteto (StN 553, CORINE 85.14)

Parco Terraviva ("TER", Ferrara, FE)

Si tratta di un'ampia area verde (4 ettari) che si trova all'interno della cinta muraria, annessa durante l'Addizione Erculeale del 1457 progettata dall'architetto Biagio Rossetti. Successivamente l'area si espanse e fu creato un orto cittadino curato dai frati cistercensi. Nel 1987 il Comune di Ferrara l'acquistò da un privato allo scopo di mantenere la naturalità del sito all'interno della città di Ferrara. Il sito è coltivato con tecniche biodinamiche e biologiche ed è gestito attualmente dall'Associazione Nuova Terraviva, nata nel 2000. La zona è circondata da altri spazi verdi, come parchi privati e il cimitero ebraico che la mettono in rapporto di continuità con la cinta muraria.

I campionamenti nel sito di Terraviva sono stati effettuati in due anni: il primo dal 30 maggio al 24 ottobre del 2017 e il secondo dal 28 marzo al 25 giugno del 2018.

L'habitat individuato nel sito è: Parco Urbano (StN 55, CORINE 85.1)

Mura Ferrara ("Mura1"; "Mura2", Ferrara, FE)

Le mura di Ferrara sono una cinta fortificata che originariamente circondava l'intera città estense per circa tredici chilometri, ora ridotti a nove. Le mura, oltre a essere una struttura militare di difesa, sono diventate, in alcune sue parti, dei giardini verdi che circondano il nucleo rinascimentale della città. Nel 2019 sono state poste due trappole Malaise, indicate come Mura1 e Mura2. La trappola Mura1 si trovava in una zona dove la vegetazione arborea e arbustiva è abbastanza chiusa, priva di sfalci e preclusa al pubblico, mentre la trappola Mura2 era situata in un sito ventoso, in prossimità di un cantiere di restauro. Nelle analisi statistiche per confronti con altri siti della Pianura Padana i siti Mura1 e Mura2 sono stati accorpati, in accordo a quanto emerso dal Non-metric MultiDimensional Scaling (NMDS)

L'habitat rappresentativo del sito è: Parco Urbano (StN 55, CORINE 85.1)

Campionamenti

La trappola di Malaise è stata utilizzata come metodo di campionamento nei siti sopra indicati, come previsto da Syrph the Net (SPEIGHT *et al.*, 2008). Nel sito Terraviva è stata utilizzata una trappola dal 30 maggio al 24 ottobre del 2017 e una trappola dal 28 marzo al 25 giugno 2018. Nel campionamento del 2019 sulle Mura sono state utilizzate due trappole (Mura1 e Mura2), la prima dal 21 marzo al 15 ottobre, la seconda dal 21 marzo al 24 luglio. Entrambe le trappole del 2019 sono state danneggiate da pioggia e vento che hanno interrotto i campionamenti prima del termine, fissato al 5 novembre 2019. La Tab 1 riporta le informazioni sul campionamento.

Analisi dei dati

Per ogni sito indagato è stata elaborata una curva di rarefazione/estrapolazione che consente di valutare l'accuratezza del campionamento: è stato utilizzato il software R (HSIEH *et al.*, 2020; CHAO *et al.*, 2014) con limiti di confidenza al 95%.

Le curve danno anche informazioni sulla biodiversità dei singoli siti, integrando i dati sul numero di specie e le abbondanze relative. Un'analisi Non-metric MultiDimensional Scaling (NMDS) basata sui dati di abbondanza, effettuata sempre con il software R (OKSANEN *et al.*, 2020), ha messo in evidenza somiglianze e differenze fra i 5 trappolaggi effettuati. Una cluster analysis ha consentito il confronto fra le comunità a Sirfidi dei quattro siti con quelle di altre località della Pianura Padana, tralasciando le zone costiere e collinari, utilizzando informazioni già pubblicate (SOMMAGGIO 2010; SOMMAGGIO & CORAZZA, 2006; VELLI *et al.*, 2010; CORAZZA, 2012; SOMMAGGIO & BURGIO, 2014) e alcuni dati inediti. L'analisi dei cluster è stata effettuata con il software PAST (versione 4.11) (HAMMER *et al.*, 2001), utilizzando l'indice di presenza/assenza di Jaccard e l'algoritmo UPGMA.

La Funzione di Mantenimento della biodiversità (FMB) è stata calcolata con il metodo Syrrh the Net, come sopra descritto.

RISULTATI

I campionamenti effettuati nel periodo 2017-2019 nei siti TER, Mura1 e Mura2 hanno raccolto 1296 esemplari di Sirfidi appartenenti a 40 specie (Tab. 2), mentre nel 2004 il sito CUS aveva fatto registrare 338 individui per 28 specie. Il totale delle specie complessivamente rinvenute nella totalità del parco urbano è 49 (Tab. 2). La specie *Eristalis arbutorum* non è stata raccolta con le trappole ma soltanto con il retino entomologico. Nel caso di alcuni individui di sesso femminile dei generi *Paragus* (*Pandasiophthalmus*) e *Pipizella* non è stata possibile l'assegnazione esatta alla specie e le abbiamo considerate come specie distinte. Dalle curve di rarefazione (Fig. 3) si desume che lo sforzo di campionamento delle 5 trappole di Malaise utilizzate è stato adeguato in tutte le località. Mura1 è il sito a maggior diversità.

La specie in generale più abbondante nel Parco Urbano è risultata *Melanostoma mellinum* (34%), seguita da *Episyrphus balteatus* (11%), *Sphaerophoria scripta* (10%) e *Meron avidus* (6,6%). *Melanostoma mellinum*, *E. balteatus*, *S. scripta* sono anche le specie più frequenti, rinvenute in tutte le trappole, assieme a *Eupeodes corollae*, *Paragus pecchiolii* e *Pipizella maculipennis*.

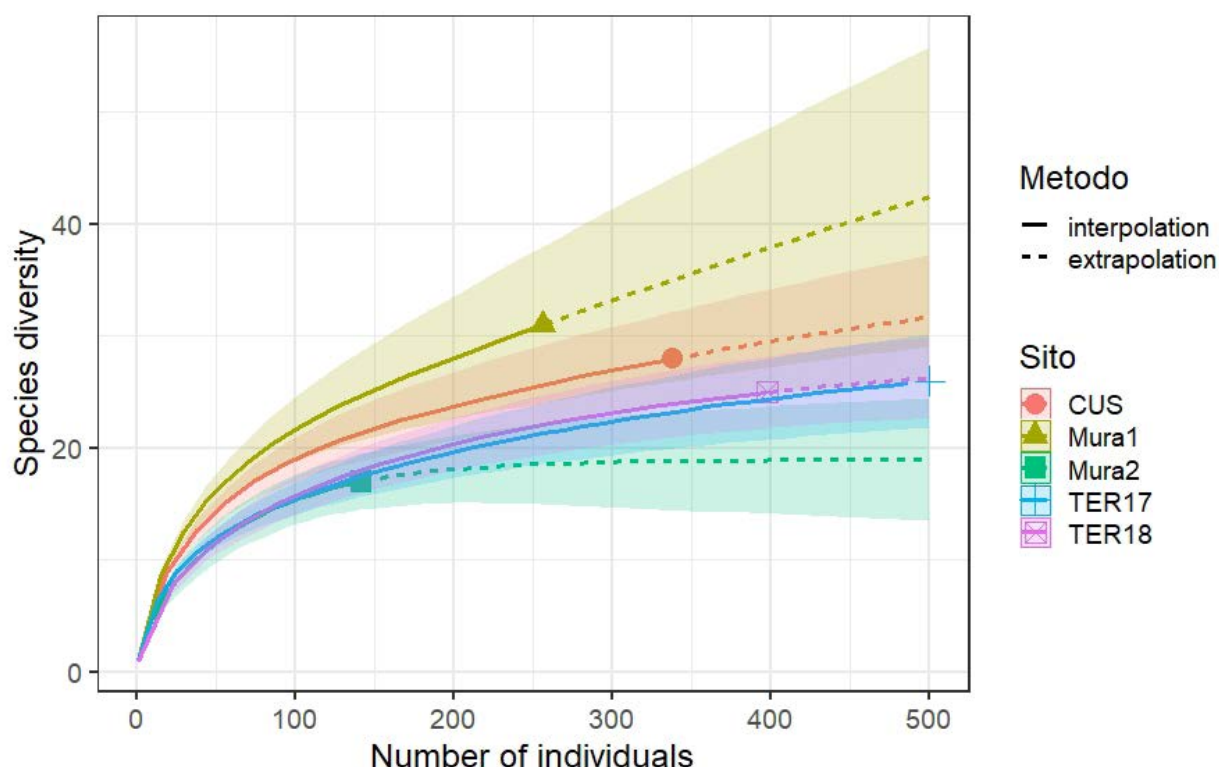


Fig. 3. Curve di rarefazione per le catture delle singole trappole.

Attese StN	Specie	CUS	TER17	TER18	Mura1	Mura2	GLOBALE	%	Frequenza
	<i>Chalcosyrphus nemorum</i> (Fabricius, 1805)			1			1	0,1	1
	<i>Cheilosia albitarsi/ranunculi</i>			3	1		4	0,2	2
	<i>Cheilosia latifrons</i> (Zetterstedt, 1843)	2	3				5	0,3	2
	<i>Chrysotoxum cautum</i> (Harris, 1776)		1	49	5	4	59	3,6	4
•	<i>Dasyrphus albostrigatus</i> (Fallen, 1817)	1					1	0,1	1
•	<i>Epistrophe eligans</i> (Harris, 1780)	68		5			73	4,5	2
	<i>Epistrophe melanostoma</i> (Zetterstedt, 1843)			1			1	0,1	1
•	<i>Epistrophe nitidicollis</i> (Meigen, 1822)	8	1	14		1	24	1,5	4
•	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	100	46	19	6	3	174	11	5
	<i>Eristalinus sepulchralis</i> (L., 1758)	2					2	0,1	1
•	<i>Eristalis arbustorum</i> (L., 1758)				1		1	0,1	1
	<i>Eumerus amoenus</i> Loew, 1848	7			3		10	0,6	2
	<i>Eumerus argyropus</i> Loew, 1848	1	2		1		4	0,2	3
•	<i>Eumerus funeralis</i> Meigen, 1822		11	10	6		27	1,7	3
	<i>Eumerus sogdianus</i> Stackelberg, 1952	4	1	1			6	0,4	3
•	<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	13	48	10	11	2	84	5,1	5
	<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Macquart, 1829)	1			1		2	0,1	2
•	<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	1		3	1		5	0,3	3
•	<i>Helophilus pendulus</i> (L., 1758)	1			1	2	4	0,2	3
	<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius, 1805)				1		1	0,1	1
	<i>Lejogaster tarsata</i> (Meigen, 1822)	1					1	0,1	1
•	<i>Melanostoma mellinum</i> (L., 1758)	30	216	209	29	68	552	34	5
•	<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius, 1794)	11	5				16	1	2
•	<i>Meliscaeva auricollis</i> (Meigen, 1822)	11		2	1	2	16	1	4
	<i>Merodon avidus</i> (Rossi, 1790)		21	10	59	18	108	6,6	4
	<i>Mesembrius peregrinus</i> (Loew, 1846)	5					5	0,3	1
•	<i>Myathropa florea</i> (L., 1758)	1	1	2	1		5	0,3	4
	<i>Paragus albifrons</i> (Fallen, 1817)			1	1		2	0,1	2
	<i>Paragus bicolor</i> (Fabricius, 1794)		2	2	9		13	0,8	1
	<i>Paragus haemorrhous</i> (Meigen, 1822)	31	1	3	8		43	2,6	4
	<i>Paragus Pandasyopthalmus</i> spp.		20	5	8	3	36	2,2	4
	<i>Paragus pecchiolii</i> Rondani, 1857	1	23	10	22	6	62	3,8	5
	<i>Paragus quadrifasciatus</i> Meigen, 1822		7		3	3	13	0,8	3
	<i>Paragus testaceus</i> Meigen, 1822				9		9	0,6	1
	<i>Paragus tibialis</i> (Fallen, 1817)		6	2		4	12	0,7	3
	<i>Philhelius dives</i> (Rondani, 1857)	2					2	0,1	1
	<i>Pipizella maculipennis</i> (Meigen, 1822)	4	17	2	14	1	38	2,3	5
	<i>Pipizella</i> spp.		1				1	0,1	1
	<i>Pipizella viduata</i> (L., 1758)	8	4		1		13	0,8	3
•	<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabricius, 1781)		3		3		6	0,4	2
•	<i>Scaeva pyrastris</i> (L., 1758)					2	2	0,1	1
•	<i>Scaeva selenitica</i> (Meigen, 1822)				1		1	0,1	1
	<i>Sphaerophoria rueppelli</i> (Wiedemann, 1830)		1	1	3		5	0,3	3
•	<i>Sphaerophoria scripta</i> (L., 1758)	11	55	32	45	21	164	10	5

Attese StN	Specie	CUS	TER17	TER18	Mura1	Mura2	GLOBALE	%	Frequenza
•	<i>Syrpitta pipiens</i> (L., 1758)		2			1	3	0,2	2
•	<i>Syrphus ribesii</i> (L., 1758)	6	2	1		1	10	0,6	4
•	<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	6					6	0,4	1
•	<i>Triglyphus primus</i> Loew, 1840				1		1	0,1	1
•	<i>Xylota segnis</i> (L., 1758)	1					1	0,1	1
	Numero S	28	26	25	30	17	49		
	Totale individui	338	500	398	256	142	1634		

Tab. 2. Risultati dei campionamenti per ciascuna trappola e valori complessivi. Nella prima colonna i pallini indicano le specie attese in base al metodo Syrph the Net ed effettivamente osservate. La frequenza indica quante trappole delle 5 utilizzate hanno catturato quella specie.

I rapporti di dominanza cambiano nelle diverse località (Fig. 4). *Episyrphus balteatus* domina nel CUS, dove è seguito da *Epistrophe eligans*; *Merodon avidus* è dominante in Mura1, seguito da *Sphaerophoria scripta* che è seconda specie anche in Mura2 e TER, però in entrambe queste due località la prima specie dominante è *Melanostoma mellinum*. La NMDS (Fig. 5) sottolinea la somiglianza dei campionamenti avvenuti all'interno della stessa località per cui, nella successiva cluster analysis, i dati delle due trappole TER e delle due trappole MURA, ben distinte dalla trappola CUS, sono stati accorpati. Le specie maggiormente responsabili per questa suddivisione sono quelle già evidenziate con gli istogrammi di dominanza.

Dal punto di vista ecologico, il 59% delle specie hanno larve afidifaghe, il 14% fitofaghe e il 27% saprofaghe. Fra gli adulti, il 42% predilige prati aperti, il 37% boschi, il 12% ambienti umidi e l'9% è costituito da specie ubiquitarie.

L'analisi dei cluster (Fig. 6), applicata ai siti campionati nella Pianura Padana orientale, ha suddiviso le comunità dei Sirfidi della Pianura Padana in tre raggruppamenti principali: le zone umide, gli agroecosistemi e i siti già da tempo sottoposti a una gestione utile ai fini della conservazione della biodiversità (qui definiti come ambienti naturali).

Le zone umide comprendono aree come i maceri, piccoli bacini d'acqua dolce di origine artificiale (CORAZZA & RAGOSTA,

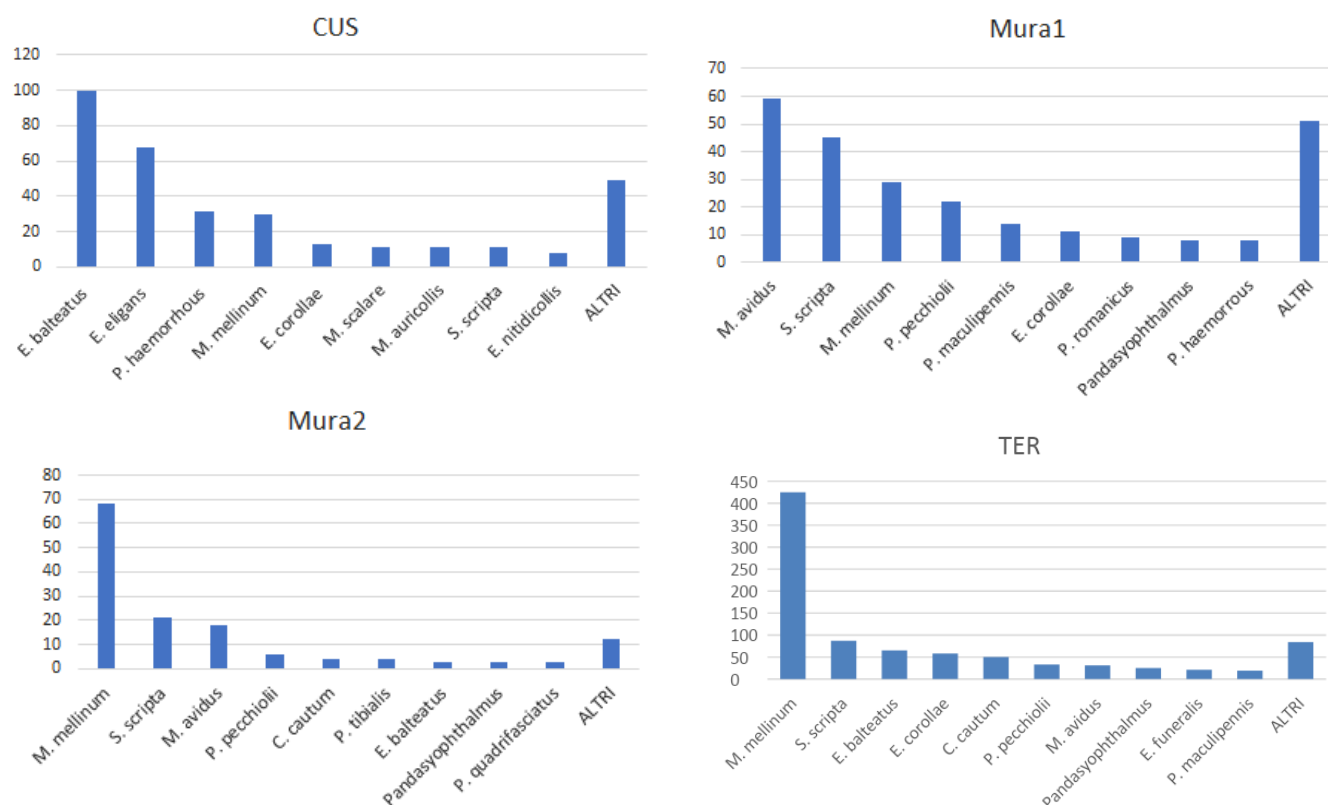


Fig. 4. I rapporti di dominanza fra le specie nelle 4 località indagate.

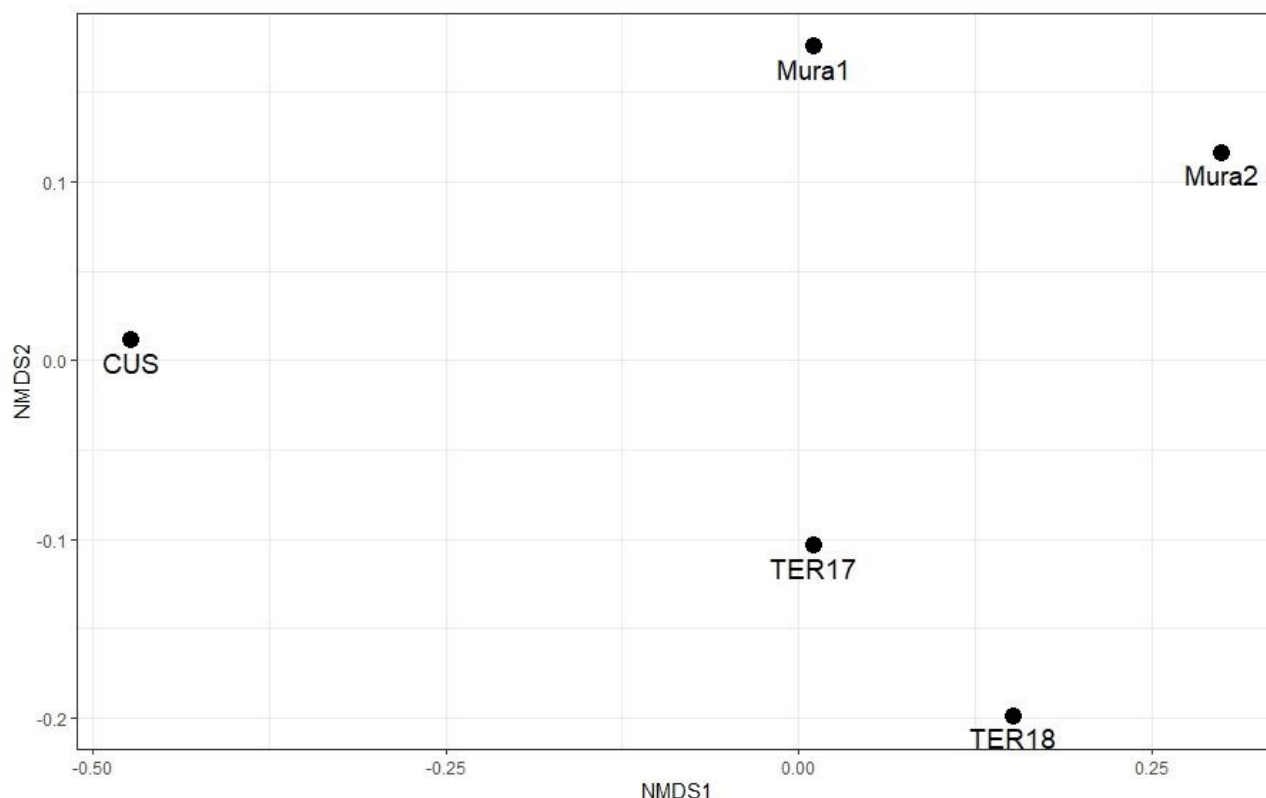


Fig. 5: Non-metric MultiDimensional Scaling applicata alle località indagate.

2020), l'Oasi di Dario Valentini a Ponte Rodoni (FE), costituita da 15 ettari di terreni agricoli rinaturalizzati a partire dal 1995 con siepi, ampi stagni e prati umidi (BERTOLLO *et al.*, 2012) e la zona umida di Valle Santa ad Argenta (FE), nel Parco Regionale del Delta del Po, indagata da D. Sommaggio nel 2003.

Fra le aree a maggiore naturalità troviamo il sito di Montecchio Precalcino (VI), un'area agricola coltivata a cereali che presenta al suo interno ambienti ben conservati: ci sono siepi ben sviluppate, una villa storica con parco dotato di piante secolari e un ciliegeto che non viene trattato chimicamente (SOMMAGGIO, 2010). In questo raggruppamento ci sono aree del Ferrarese situate all'interno del SIC-ZPS IT4060016 "Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico", come l'Isola Bianca, isolotto fluviale quasi interamente occupato da un bosco di salice e pioppo bianco, e il Bosco di Porporana, area di circa 15 ettari, costituita da una zona matura di 2 ha con vecchi esemplari di olmo e una zona più giovane con salici bianchi. Inoltre, sono inclusi in questa categoria boschi golenali di più recente impianto (e.g. bosco golenale di Pontelagoscuro e oasi Malcantone).

I tre siti della città di Ferrara indagati in questo studio vengono inclusi nel cluster formato dai siti a maggiore naturalità, a indicare quindi che il Parco Urbano ha al suo interno elementi di biodiversità che lo rendono molto più simile alle zone tutelate rispetto agli ambienti disturbati, come le aree agricole.

Applicazione di Syrph the Net

Vengono di seguito riportati i risultati (Tab. 3) di Syrph the Net applicato ai siti indagati (Terraviva, Mura1 e Mura2) e al Campo da Golf considerati insieme come Parco Urbano.

Sono state campionate 22 specie (Tab. 2) delle 35 attese, ottenendo un valore di FMB del 62,9% (Tab. 5). Il Parco Urbano risulta quindi essere in buono stato di conservazione ($\geq 50\%$).

I microhabitat a miglior conservazione sono il terreno saturo d'acqua, il suolo, lo strato erbaceo, i sedimenti sommersi dall'acqua che hanno rispettivamente FMB di 85,7%, 90,0%, 100% e 100%. Buona è la situazione per le specie che vivono nella zona radicale (FMB = 75%) e quelle nello strato erbaceo (FMB = 62,5%).

Le specie meglio rappresentate risultano le fitofaghe (100%) e le saprofaghe (71,4%). Sono invece poco rappresentate le specie afidifaghe (50%) che raggiungono comunque il livello soglia.

Le specie attese ma non osservate sono: *Neoascia podagrica* (Fabricius, 1775) tipica di boschi e zone umide, con larva saprofaga in acque ricche di sostanza organica vegetale; *Volucella zonaria* (Poda, 1761) si rinviene in prati aperti, boschi e giardini urbani; *Xanthandrus comtus* (Harris, 1780) presente soprattutto in boschi di *Quercus*, *Pinus* e *Fagus*; *Brachyopa insensilis* Collin, 1939, *Volucella inanitis* (L., 1758) e *Syrphus torvus*

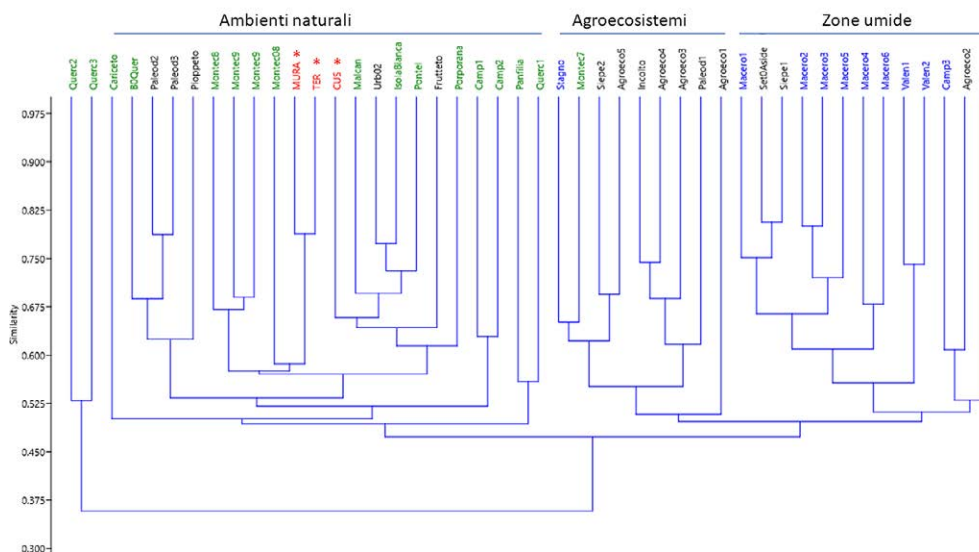


Fig. 6. Cluster analysis delle comunità a Sirfidi in varie località della Pianura Padana. Gli asterischi evidenziano le località CUS, MURA e TER. Indice di Jaccard, algoritmo UPGMA. In nero: agroecosistemi convenzionali e aree disturbate, in verde aree gestite per la biodiversità, in blu le zone umide.

Osten-Sacken, 1875, sono invece specie legate a boschi ben conservati e maturi, l'assenza di queste specie, in particolare le prime due, potrebbe indicare una mancanza della componente saproxilica, non ancora ben sviluppata nel Parco Urbano. Tra le specie attese ma non osservate vi sono anche specie comuni in Pianura Padana, in particolare *Baccha elongata* (Fabricius, 1775), *Eristalis pertinax* (Scopoli, 1763), *Eristalis tenax* (L., 1758) e *Platycheirus scutatus* (Meigen, 1822).

La loro assenza sembra essere dovuta alla difficile rilevazione di queste specie tramite la trappola di Malaise, soprattutto per le specie del genere *Eristalis* (SOMMAGGIO, 2003). Il mancato ritrovamento di *Merodon equestris* (Fabricius, 1794); *Volucella bombylans* (L., 1758) e *Volucella pellucens* (L., 1758), specie comuni in centro Europa, potrebbe essere invece spiegato dalla loro distribuzione principalmente montana in Nord Italia.

		Specie osservate (n)	%
FMB		22	62,9
Specie osservate, non attese		24	51,1
Habitat larvale	Alberi	12	61,9
	Chioma	9	62,5
	Alberi maturi	8	61,5
	Arbusti/Cespugli	9	62,5
	Nello strato erbaceo	9	62,5
	Sullo strato erbaceo	3	100,0
	Suolo	9	90,0
	Zona radicale	6	75,0
	Sedimenti sommersi	6	100,0
	Terreno saturo	6	85,7
Habitat trofico	Fitofaghe	4	100,0
	Afidifaghe	11	50,0
	Saprofaghe	10	71,4
Voltinismo (n. generazioni/anno)	Univoltine	6	54,5
	Bivoltine	13	58,3
	Polivoltine	13	66,7
Migrazione	Migrante	10	55,6
	Non migrante	12	68,4

Tab. 3. Risultati del metodo Syrph the Net.

Sono state invece osservate 24 specie non attese, elencate in Tab. 4 con il loro areale di distribuzione, le caratteristiche migrazionali, il numero di generazioni all'anno o voltinismo e l'habitat preferenziale delle larve. Questa lista indica solo 3 specie ad attitudine migratoria, che potrebbero venire da ecosistemi vicini, e ben 18 specie legate ai prati aperti sfalciati, evidentemente poco considerati dall'habitat "Parco Urbano" incluso in Syrph the Net. Si è quindi ripetuta l'analisi di Syrph

the Net utilizzando come habitat di riferimento i "Prati stabili di pianura" (Lowland unimproved grassland, codice StN 2321, CORINE 38). Il valore così riscontrato di FMB è stato del 59% per cui, anche cambiando la scelta dell'habitat di riferimento, lo stato di conservazione dell'ambiente è comunque buono. Sembra quindi che le aree presenti nella città di Ferrara siano in grado di supportare una fauna nel complesso buona di specie associate ad ambienti aperti.

Specie osservate non attese	Areale di distribuzione	Migrante	Alimentazione larvale	Voltinismo	Boschi	Ambienti aperti	Zone umide	Corsi d'acqua
<i>Chalcosyrphus nemorum</i> (Fabricius, 1805)	Paleartico	No	Saprofaga	Univoltina/ Bivoltina	X		X	X
<i>Cheilosia albitarsis</i> (Meigen, 1822) / <i>Cheilosia ranunculi</i> Doczkal, 2000	Paleartico	No	Fitofaga	Univoltina	X	X		
<i>Cheilosia latifrons</i> (Zetterstedt, 1843)	Paleartico	No	Fitofaga	Univoltina/ Bivoltina		X		
<i>Chrysotoxum cautum</i> (Harris, 1776)	Paleartico	No	Afidifaga	Univoltina	X	X		
<i>Epistrophe melanostoma</i> (Zetterstedt, 1843)	Paleartico e Americhe	No	Afidifaga	Univoltina	X			
<i>Eristalinus sepulchralis</i> (L., 1758)	Paleartico	No	Saprofaga	Polivoltina			X	X
<i>Eumerus amoenus</i> Loew, 1848	Sud-Paleartico	No	Fitofaga/ Saprofaga	Bivoltina/ Polivoltina	X	X		
<i>Eumerus argyropus</i> Loew, 1848	Sud-Paleartico	No	Fitofaga/ Saprofaga	Bivoltina/ Polivoltina	X	X		
<i>Eumerus sogdianus</i> Stackel., 1952	Paleartico	No	Fitofaga/ Saprofaga	Bivoltina		X		
<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Macquart, 1829)	Paleartico	Si	Afidifaga	Bivoltina		X	X	
<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius, 1805)	Paleartico	Si	Saprofaga	Univoltina/ Bivoltina		X	X	
<i>Lejogaster tarsata</i> (Meigen, 1822)	Paleartico	No	Saprofaga	Univoltina/ Bivoltina			X	X
<i>Merodon avidus</i> (Rossi, 1790)	Mediterraneo	No	Fitofaga	Bivoltina	X	X		
<i>Mesembrius peregrinus</i> (Loew, 1846)	Sud-Est Paleartico	No	Saprofaga	Univoltina			X	X
<i>Paragus albifrons</i> (Fallen, 1817)	Paleartico	No	Afidifaga	Bivoltina	X	X		
<i>Paragus bicolor</i> (Fabricius, 1794)	Paleartico	No	Afidifaga	Bivoltina/ Polivoltina		X		
<i>Paragus haemorrhous</i> (Meigen, 1822)	Ovest-Paleartico	No	Afidifaga	Bivoltina/ Polivoltina	X	X	X	
<i>Paragus pecchiolii</i> Rondani, 1857	Ovest-Paleartico	No	Afidifaga	Bivoltina/ Polivoltina	X	X		
<i>Paragus quadrifasciatus</i> Meigen, 1822	Sud-Paleartico	No	Afidifaga	Polivoltina	X	X		
<i>Paragus tibialis</i> (Fallen, 1817)	Ovest-Paleartico	No	Afidifaga	Bivoltina/ Polivoltina		X		
<i>Pipizella maculipennis</i> (Meigen, 1822)	Ovest-Paleartico	No	Afidifaga	Bivoltina	X	X		
<i>Pipizella viduata</i> (L., 1758)	Ovest-Paleartico	No	Afidifaga	Univoltina/ Bivoltina	X	X		

Specie osservate non attese	Areale di distribuzione	Migrante	Alimentazione larvale	Voltinismo	Boschi	Ambienti aperti	Zone umide	Corsi d'acqua
<i>Sphaerophoria rueppelli</i> (Wiedemann, 1830)	Paleartico	Sì	Afidifaga	Bivoltina/ Polivoltina		X	X	
<i>Philhelius dives</i> (Rondani, 1857)	Paleartico	No	Afidifaga	Bivoltina/ Polivoltina	X			

Tab. 4. Caratteristiche ecologiche delle specie osservate non attese. Gli habitat indicati sono quelli preferenziali per le larve.

Specie di particolare interesse

Eumerus argyropus, nota in Europa centro meridionale e che si spinge a Est fino all'Ucraina. Specie rara, presente in prati secchi, e spesso in radure ampie. Le prime segnalazioni per la Pianura Padana risalgono al 2003 in quanto segnalate precedentemente solo per le colline limitrofe alla pianura (SOMMAGGIO, 2003).

Mesembrius peregrinus, specie legata ad ambienti umidi, sia periodicamente che temporaneamente sommersi, è una specie con esigenze ambientali abbastanza ristrette e infatti raramente si trova associata ad ambienti antropizzati.

Chalcosyrphus nemorum, specie legata a boschi poco drenati e a zone umide, la larva vive sotto la corteccia di piante morte sommerse parzialmente dall'acqua; in Pianura Padana è legata a boschi non degradati.

Epistrophe melanostoma è il ritrovamento più interessante. Si tratta di una specie predatrice legata a boschi umidi periodicamente sommersi ed è rara in tutto il territorio nazionale; in Pianura Padana era segnalata solo per Bosco Fontana (BIRTELE *et al.*, 2002) e il bosco di Panfilia.

Triglyphus primus, specie afidifaga che in Pianura Padana si ritrova frequentemente in prossimità di siepi ben conservate (SOMMAGGIO & CORAZZA, 2006). Nelle indagini in BERTOLLO *et al.* (2012) è stata ritrovata solamente nel Bosco di Porporana e nell'Area di Riequilibrio Ecologico "Schiaccianoci".

DISCUSSIONE

La crescita urbana sta avvenendo a una velocità senza precedenti. Circa il 50% circa della popolazione umana vive in aree urbane (UNFPA, 2007), diventando, quindi, sempre più disconnessa dall'ambiente naturale (MILLER, 2005). Entro il 2030 ci si aspetta che nei Paesi sviluppati l'84% della popolazione vivrà in città (UNITED NATIONS, 2007). L'impronta ecologica urbana si estende oltre i confini della città e guida un cambiamento ambientale da scala locale a globale (GODDARD *et al.*, 2010). Diversi studi mostrano che lungo il gradiente di urbanizzazione, da aree rurali ad aree antropiche, la ricchezza in specie varia significativamente. Gran parte degli studi sugli invertebrati e su molti altri gruppi, come piante, mammiferi, rettili, anfibi e uccelli (MCKINNEY, 2008; BLAIR, 2001), mostrano una decrescita della ricchezza in specie. BATES *et al.* (2011) e BALDOCK *et al.* (2015) hanno inoltre riscontrato un cambiamento significativo nella diversità, abbondanza e composizione delle comunità di insetti impollinatori, come Apoidei e Sirfidi, se si considera un

aumento nel grado di urbanizzazione. La diversità e l'abbondanza degli impollinatori è quindi associata negativamente ad alti livelli di urbanizzazione.

Tuttavia, AHRNÉ *et al.* (2009) e MCFREDERICK & LEBUHN (2006) evidenziano che le aree urbane che includono zone verdi, come parchi urbani, giardini botanici, giardini privati e bordi stradali verdi, possono ancora ospitare un alto livello di diversità e abbondanza di api selvatiche. Diversi lavori (PLUCHINO, 1988; SOMMAGGIO & CORAZZA, 2006; MCKINNEY, 2008; GODDARD *et al.*, 2010), rilevano che, sebbene le aree urbane siano caratterizzate da una forte pressione antropica, le aree verdi all'interno della città costituiscono importanti elementi per la preservazione della biodiversità.

I siti indagati in questo lavoro si inseriscono all'interno del paesaggio della Pianura Padana, territorio dominato da ampie aree rurali per lo più ad agricoltura intensiva intervallate da aree urbane densamente popolate e aree industriali. In questo scenario, siti in buono stato di naturalità rappresentano situazioni isolate e frammentate (RUFFO, 2002), condizioni che riducono e danneggiano fortemente la biodiversità. Le aree verdi all'interno degli ambienti urbani possono quindi fungere da serbatoi di biodiversità, funzionali anche ai periferici ambienti agricoli, andando ad aumentare il numero di specie all'interno della città e incrementando il numero di specie rare.

Le 47 specie di Sirfidi riscontrate in questo lavoro (tralasciando quelle di incerta determinazione) costituiscono il 38% delle specie conosciute per l'intera Pianura Padana orientale; la presenza di alcune specie a elevate esigenze ecologiche, come *Chalcosyrphus nemorum*, *Epistrophe melanostoma*, *Eumerus argyropus*, *Mesembrius peregrinus* e *Triglyphus primus* rappresentano un valore non trascurabile e confermano l'importante ruolo dei parchi situati all'interno delle aree antropizzate.

Simili risultati si sono ottenuti anche in altre città europee. A Brema, in Germania, sono state rinvenute in città 105 specie di Sirfidi, pari al 30% circa di tutta la fauna nota per questo Stato (BARKMEYER, 1992). SCHMID (1993) ha invece raccolto ben 82 specie di Sirfidi all'interno di un parco nella città di Stoccarda. Tra il 2007 e il 2013, TRZCINSKI *et al.* (2014) hanno rilevato 94 specie di Sirfidi nelle aree verdi della città polacca di Poznań, che rappresentano il 24% dei Sirfidi presenti in Polonia. In Italia, PLUCHINO (1988) ha studiato la fauna di Sirfidi della città di Verona, in particolare presso il Giardino Zoologico e il giardino privato della famiglia Tosadori, riscontrando 34 specie in 7 mesi di ricerca, con alcune rarità per la fauna locale.

Tutti questi dati sembrano dimostrare come le città possano supportare una fauna di Sirfidi di rilievo, purché siano presenti nel tessuto urbano aree dotate di elementi naturali. Le indagini di PLUCHINO (1988) sulla sirfidofauna della città di Verona segnalano come alcune specie poco mobili (*Paragus sp.*, *Cheilosia impressa* (Loew, 1840), *Cheilosia urbana* (Meigen, 1822)) possano con buona probabilità essere legate ai siti urbani, mentre altre tipiche di ambienti naturali ed erratiche (*Didea fasciata*, Macquart, 1834 o *Scaeva pyrastris* (L., 1758)) sono capaci di colonizzare continuamente la città (BURGIO *et al.*, 2015). Un problema dei parchi inseriti all'interno della matrice urbana è sicuramente rappresentato dall'isolamento di questi elementi e quindi dalla difficoltà di essere colonizzati dai Sirfidi degli ambienti confinanti, nonostante la buona capacità di volo di questi insetti. Purtroppo, ad oggi si dispone di pochi dati relativi alla capacità di movimento delle specie di Sirfidi con elevate esigenze ambientali, come per esempio le specie saproxiliche; per contro molte ricerche in questo senso sono state effettuate sulle specie afidifaghe e/o quelle con capacità migratorie (e.g. INCLÁN *et al.*, 2016; WOTTON *et al.*, 2019; MENZ *et al.*, 2019).

La valenza dei Sirfidi come bioindicatori ha fatto registrare un buono stato di conservazione per il Parco Urbano di Ferrara, con un valore della Funzione di Mantenimento della Biodiversità (FMB), diversa a seconda della tipologia di habitat di riferimento ma sempre nettamente superiore alla soglia del 50%.

CONCLUSIONI

Oggi, la rapida migrazione della popolazione dalle zone rurali alle zone urbane e l'incessante crescita delle città a discapito del territorio naturale hanno effetti su scala planetaria. La perdita di biodiversità sembra essere uno degli effetti più significativi.

L'articolo si poneva come obiettivo una stima del valore in termini di sostegno alla biodiversità del Parco Urbano di Ferrara, grazie al monitoraggio dei Ditteri Sirfidi e con l'applicazione del metodo Syrph the Net. Il Parco è stato considerato come un ampio complesso verde formato dal parco circolare delle Mura di Ferrara, da alcune zone agricole relitte entro le mura gestite con metodi biologici e dal parco urbano dedicato allo scrittore Giorgio Bassani, situato a nord della città e vicino alla cinta muraria. I campionamenti recenti, condotti fra il 2017 e il 2019, e quelli del 2004 insieme hanno intercettato 47 specie di Sirfidi, alcune delle quali con elevato valore naturalistico.

L'analisi multivariata applicata alla matrice di presenza/assenza dei Sirfidi ha collocato i siti del Parco Urbano in un cluster che riunisce altre località ad alta valenza naturalistica della Pianura Padana, separandole dalle zone più disturbate, come gli agroecosistemi, e dalle zone umide.

La Funzione di Mantenimento della Biodiversità del parco è risultata decisamente buona, superiore alla soglia del 50%.

In sintesi, il presente studio, realizzato per il Parco Urbano di Ferrara, unito ai risultati che sono derivati dallo studio dei

Coleotteri Carabidi (CORAZZA *et al.*, 2022), conferma l'importanza delle aree semi-naturali all'interno delle zone urbane per la conservazione della biodiversità. Sebbene le città costituiscano ambienti a consistente stress antropico, esse presentano spesso habitat in buono stato di conservazione che possono rappresentare delle interessanti isole ecologiche, di fondamentale importanza per la conservazione e preservazione della fauna, rilevante anche per il benessere umano (MITCHELL *et al.*, 2008; FULLER, 2007) e per il funzionamento degli agroecosistemi limitrofi.

RINGRAZIAMENTI

I campionamenti del 2019 sono stati finanziati dal progetto Interreg HICAPS-Historical Castle Parks (<https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/HICAPS.html>). Ringraziamo Barbara Irno Consalvo, Flavia Ragosta, Enrico Fornasari, Valeria Sartore, Nicola Baraldi, Stefano Aldrovandi per la collaborazione sul campo e Giulia Finotti per le attività di campo e di laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- AHRNE K., BENGTSSON J. & ELMQVIST T., 2009. Bumble bees (*Bombus* spp.) along a gradient of increasing urbanization. *PloS one*, 4.5: e5574.
- BALDOCK K.C.R., GODDARD M.A., HICKS D.M., KUNIN W.E., MITSCHUNAS N., OSGATHORPE L.M., POTTS S.G., ROBERTSON K.M., SCOTT A.V., STONE G.N., VAUGHAN I.P. & MEMMOTT J., 2015. Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences*, 282 (1803): 20142849.
- BARKMEYER W., 1992. Zur Schwebfliegenfauna des Bremen Burgeprks (Diptera: Syrphidae). *Abh. Naturw. Verein Bremen*, 42: 127-141.
- BATES A.J., SADLER J.P., FAIRBRASS A.J., FALK S.J., HALE J.D. & MATTHEW T.J., 2011. Changing bee and hoverfly pollinator assemblages along an urban-rural gradient. *PloS one*, 6(8): e23459.
- BERTOLLO S., CORAZZA C. & SOMMAGGIO D., 2012. La valutazione della biodiversità in 12 siti della provincia di Ferrara. *Quaderni della Stazione Ecologica, Civico Museo di Storia Naturale di Ferrara*, 20: 47-84.
- BIRTELE D., 2011. Contributo alla conoscenza dei Syrphidae della Sardegna (Diptera). In: Nardi G., Bardiani M., Birtele D., Cerretti P., Spada L., Tisato M., Whitmore D. (ed): Biodiversity of Marganai and Montimannu (Sardinia). Research in the framework of the iCP Forests network. *Conservazione Habitat invertebrati*, 5: 659-715.
- BIRTELE D., SOMMAGGIO D. & SPEIGHT M.C.D., 2002. Syrphidae. In: Mason F., Cerretti P., Tagliapietra A., Speight M.C.D. & Zapparoli A. (ed): *Invertebrati di una foresta della Pianura Padana Bosco della Fontana*, 3: 257-303.

- BLAIR R.B., 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: Is Urbanization Creating a Homogeneous Fauna? In: Lockwood J.L. & McKinney M.L. (ed.): *Biotic homogenization*. Springer, Boston: 33-56.
- BURGIO G., SOMMAGGIO D. & BIRTELE D., 2015. I Sirfidi (Ditteri): biodiversità e conservazione. *ISPRA, Manuali e Linee Guida*, 128.
- CHAO A., GOTELLI N.J., HSIEH T.C., SANDER E.L., MA K.H., COLWELL R.K. & ELLISON A.M., 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84:45-67.
- CORAZZA C. & RAGOSTA F., 2020. Gli stagni artificiali per la canapa ("maceri") nel paesaggio ferrarese. *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 8: 111-121.
- CORAZZA C. (Ed.), 2012. I Ditteri Sirfidi nella Bioindicazione della Biodiversità. I Sirfidi, il database Syrph the Net e una chiave dicotomica ai generi dei Sirfidi italiani. *Quaderni della Stazione di Ecologia, Civico Museo di Storia Naturale di Ferrara*, 20, 169 pp.
- CORAZZA C., BERTOLLO S. & SOMMAGGIO D., 2015 - Indagini sui Sirfidi del sito Natura 2000 "Dune di Massenzatica", IT 4060010 (Diptera Syrphyidae). *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 3: 149-158.
- CORAZZA C., IRNO CONSALVO B. & MACCAPANI D., 2022. Ground beetles (Coleoptera Carabidae) in the wall park of the city of Ferrara (Emilia-Romagna, Italy). *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 10: 79-92.
- COURTNEY G.W., PAPE T., SKEVINGTON J.H., SINCLAIR B.J., 2017. Biodiversity of Diptera. FOOTITT R.G. & ADLER P.H., *Insect Biodiversity: Science and Society*, Volume I, Second Edition. John Wiley & Sons Ltd., 229-278 pp.
- DEVILLERS P., DEVILLERS-TERSC HUREN J. & LEDANT J.P. (ed.), 1991. CORINE biotopes manual: Habitats of the European Community, Data specifications part 2. *Commission of the European Communities*, Luxembourg.
- DOYLE T., HAWKES W.L.S., MASSY R., POWNEY G.D., MENZ M.H. & WOTTON K.R., 2020. Pollination by hoverflies in the Anthropocene. *Proceedings of the Royal Society B*, 287: 20200508.
- FULLER R.A., IRVINE K.N., DEVINE-WRIGHT P., WARREN P.H. & GASTON K.J., 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology letters*, 3(4): 390-394.
- GALLIOT J.N., BRUNEL D., BÉRARD A., CHAUVEAU A., BLANCHETÈTE A., LANORE L. & FARRUGGIA A., 2017. Investigating a flower-insect forager network in a mountain grassland community using pollen DNA barcoding. *Journal of insect conservation*, 21(5-6): 827-837.
- GODDARD M.A., DOUGILL A.J. & BENTON T.G., 2010. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in ecology & evolution*, 25.2: 90-98.
- HAMMER Ø, HARPER D.A.T. & RYAN P.D., 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1): 9.
- HSIEH T.C., MA K.H., CHAO A., 2020 iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species dIversity. R package version 2.0.20 URL: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software-download/>.
- INCLÁN D.J., DAINESE M., CERRETTI P., PANICCIA D. & MARINI L., 2016. Spillover of tachinids and hoverflies from different field margins. *Basic and Applied Ecology* 17(1): 33-42 <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.08.005>.
- KLEIN A.M., VAISSIÈRE B.E., CANE J.H., STEFFAN DEWENTER I., CUNNINGHAM S.A., KREMEN C. & TSCHARNTKE T., 2007. Importance of pollinators in changing landscape for world crops. *Proc. R. Soc.*, B 274(1608), 303-313.
- LEFEBVRE V., VILLEMANT C., FONTAINE C. & DAUGERON C., 2018. Altitudinal, temporal and trophic partitioning of flower-visitors in Alpine communities. *Scientific Reports*, 8: 4706. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23210-y>
- LUCAS A., BODGER O., BROSI B.J., FORD C.R., FORMAN D.W., GREIG C., HEGARTY M., JONES L., NEYLAND P.J. & DE VERE N., 2018. Floral resource partitioning by individuals within generalised hoverfly pollination networks revealed by DNA metabarcoding. *Scientific Reports*, 8: 5133.
- McFREDERICK Q.S. & LEBUHN G., 2006. Are urban parks refuges for bumble bees *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae)? *Biological Conservation*, 129: 372-382.
- McKINNEY M.L., 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban ecosystems*, 11.2: 161-176.
- MENZ M.H.M., BROWN B.V. & WOTTON K.R., 2019. Quantification of Migrant Hoverfly Movements (Diptera: Syrphidae) on the West Coast of North America. *Royal Society Open Science* 6: 190153 <https://doi.org/10.1098/rsos.190153>
- MILLER, J.R., 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 430-434.
- MITCHELL R. & POPHAM F., 2008. Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study. *The Lancet*, 372(9650): 1655-1660.
- MORAN K.M., SKEVINGTON J.H., KELSO S., MENGUAL X., JORDAENS K., YOUNG A.D., STÅHLS G., MUTIN V., BOT S., VAN ZUIJEN M., ICHIGE K., VAN STEENIS J., HAUSER M. & VAN STEENIS W., 2022. A multigene phylogeny of the eristaline flower flies (Diptera: Syrphidae), with emphasis on the subtribe Criorhinina, *Zoological Journal of the Linnean Society*, 194 (1): 120-135. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlab006>
- OKSANEN J., BLANCHET F.G., FRIENDLY M., KINDT R., LEGENDRE P., MCGLINN D., MINCHIN P.R., O'HARA R.B., SIMPSON G.L., SOLYMOS P., STEVENS M.H.H., SZOEC S. & WAGNER H., 2020. vegan: *Community Ecology Package*. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

- PAULI T., BURT T.O., MEUSEMANN K., BAYLESS K., DONATH A., PODSIADLOWSKI L., MAYER C., KOZLOV A., VASILIKOPOULOS A., LIU S., ZHOU X., YEATES D., MISOF B., PETERS R.F. & MENGUAL X., 2018. New data, same story: phylogenomics does not support Syrphoidea (Diptera: Syrphidae, Pipunculidae). *Systematic Entomology*, 43: 447-459.
- PEKAS A., DE CRAECKER I., BOONEN S., WÄCKERS F.L. & MOERKENS R., 2020. One stone; two birds: concurrent pest control and pollination services provided by aphidophagous hoverflies. *Biological Control*, 149: 104328.
- PLUCHINO P., 1988. Ditteri Sirfidi raccolti con trappole cromotropiche nella città di Verona. *Atti XV Congresso Nazionale Italiano Entomologia*, L'Aquila: 763-769.
- RADER R.A., BARTOMEUS I.B., GARIBALDI L.A., GARRATT M.P.D., HOWLETT B.G., WINFREE R. G., CUNNINGHAM S.A., MAYFIELD M.M., ARTHUR A.D., ANDERSSON G.K.S., BOMMARCO R.M., BRITTAIN C.N., CARVALHEIRO L.G., CHACOFF N.P., ENTILING M.H., FOULLY B.A., FREITAS B.M., GEMMILL-HERREN B.U., GHAZOUL J.V., GRIFFIN S.R., GROSS C.L., HERBERTSSON L., HERZOG F., HIPOLITO J., JAGGAR S., JAUKE F., KLEIN A.-M., KLEIJN D., KRISHNAN S., LEMOS C.Q., LINDSTROEM S.A.M., MANDELIK Y., MONTEIRO V.M., NELSON W., NILSSON L., PATTEMORE D.E., PEREIRA N.D., PISANTY G., POTTS S.G., REEMERF, M., RUNDLOEF M., SHEFFIELD C.S., SCHEPER J., SCHUEPP C., SMITH H.G., STANLEY D.A., STOUT J.C., SZENTGYOERGYI H., TAKI H., VERGARA C.H., VIANA B.F. & WOYCIECHOWSKI M., 2016. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 113(1): 146-151, <https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>.
- REVERTÉ S., MILIČIĆ M., AČANSKI J., ANDRIĆ A., ARACIL A., AUBERT M., BALZAN M.V., BARTOMEUS I., BOGUSCH P., BOSCH J., BUDRYS E., CANTÚ-SALAZAR L., CASTRO S., CORNALBA M., DEMETER I., DEVALEZ J., DORCHIN A., DUFRÊNE E., ĐORĐEVIĆ A., FISLER L., FITZPATRICK Ú., FLAMINIO S., FÖLDESI R., GASPAR H., GENOUD D., GESLIN B., GHISBAIN G., GILBERT F., GOGALA A., GRKOVIĆ A., HEIMBURG H., HERRERA-MESÍAS F., JACOBS M., JANKOVIĆ M.M., JANSSEN K., JENSEN J.-K., JEŠOVNIK A., JÓZAN Z., KARLIS G., KASPAREK M., KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI A., KUHLMANN M., LE DIVELEC R., LECLERCQ N., LIKOV L., LITMAN J., LJUBOMIROV T., MADSEN H.B., MARSHALL L., MAZÁNEK, L., MILIĆ D., MIGNOT M., MUDRI-STOJNIC S., MÜLLER A., NEDELJKOVIĆ Z., NIKOLIĆ P., ØDEGAARD F., PATINY S., PAUKKUNEN J., PENNARDS G., PÉREZ-BAÑÓN C., PERRARD A., PETANIDOU T., PETTERSSON L.B., POPOV G., POPOV S., PRAZ C., PROKHOROV A., QUARANTA M., RADCHENKO V.G., RADENKOVIĆ S., RASMONT P., RASMUSSEN C., REEMER M., RICARTE A., RISCH S., ROBERTS SPM., ROJO S., ROPARS L., ROSA P., RUIZ C., SENTIL A., SHPARYK V., SMIT J., SOMMAGGIO D., SOON V., SSYMANK A., STÅHLS G., STAVRINIDES M., STRAKA J., TARLAP P., TERZO M., TOMOZII B., TOT T., VAN DER ENT L.-J., VAN STEENIS J., VAN STEENIS W., VARNAVA A., VEREECKEN N.J., VESELIĆ S., VESNIĆ A., WEIGAND A., WISNIEWSKI B., WOOD T., ZIMMERMANN D., MICHEZ D. & VUJIĆ A., 2023. National records of 3000 European bee and hoverfly species: A contribution to pollinator conservation. *Insect Conservation and Diversity*. <https://doi.org/10.1111/icad.12680>
- RODRIGUEZ-GASOL N., ALINS G., VERONESI E.R. & WRATTEN S., 2020. The ecology of predatory hoverflies as ecosystem-service providers in agricultural systems. *Biological Control*, 151: 1-15, doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104405.
- RUFFO S., a cura di, 2002. Le foreste della Pianura Padana, un labirinto dissolto. *Quaderni Habitat*, MATTM e Museo Friulano di Storia Naturale.
- SCHIMD U., 1993. Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) aus dem Rosensteinpark in Stuttgart. *Jahreshefte des Gesellschaft für Naturkunde in Wuttemberg*, 148: 193-208.
- SOMMAGGIO D. & BURGIO G., 2004. I Sirfidi come bioindicatori: lo stato dell'arte in Italia. *Atti XIX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*, Catania, 10-15 Giugno 2002: 197-203.
- SOMMAGGIO D. & BURGIO G., 2014. The use of Syrphidae as functional bioindicator to compare vineyards with different managements. *Bulletin of Insectology*, 67(1): 147-156.
- SOMMAGGIO D. & CORAZZA C., 2006. Contributo alla conoscenza dei Sirfidi (Diptera Syrphidae) della città di Ferrara. *Quaderni della Stazione di Ecologia, Civico Museo di Storia Naturale di Ferrara*, 16: 5-20.
- SOMMAGGIO D. & CORAZZA C., 2016 - *Volucella inanis* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Syrphidae): prima segnalazione per la provincia di Ferrara. *Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, 4: 81-82.
- SOMMAGGIO D. & PAOLETTI G.M., 2018. Gli invertebrati come bioindicatori di un paesaggio sostenibile. *Libreriauniversitaria.it*.
- SOMMAGGIO D., 1999. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes*. Elsevier, 74: 343-356.
- SOMMAGGIO D., 2003. Oasi di Campotto: valutazione della diversità di Ditteri Sirfidi. Lavoro condotto all'interno del "LIFE02NAT/IT/8526 – Ripristino di equilibri ecologici per la conservazione di habitat e specie di interesse comunitario". Relazione inedita.
- SOMMAGGIO D., 2010a. Hoverflies in the "Guido Grandi Collection" of DiSTA, University of Bologna. *Bulletin of Insectology*, 63: 99-114.
- SOMMAGGIO D., 2010b. Il ruolo dei Sirfidi nell'agricoltura sostenibile: analisi del potenziale delle specie afidifaghe nella lotta biologica conservativa. *PhD Thesis in Agricultural Entomology, Alma Mater Studiorum Università di Bologna*.
- SOMMAGGIO D. & BIRTELE D. 2021. Insecta Diptera Syrphidae. In: Bologna M.A., Zapparoli M., Oliverio M., Minelli A., Bonato L., Cianferoni F., Stoch F. (eds.), *Checklist of the Italian Fauna*. Version 1.0. Last update: 2021-05-31.

- SOMMAGGIO D., CORAZZA C. & BURGIO G., 2004 - Misurare la biodiversità: i Ditteri Sirfidi. In *Ecologia. Atti del XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia*, (Siena, 4-6 ottobre 2004), a cura di C. Gaggi, V. Nicolardi e S. Santoni.
- SOMMAGGIO D., CORAZZA C., MILAN C. & FERIOLI A., 2004 - I Sirfidi come indicatori di biodiversità. *Atti del 15° Convegno Associazione Analisti Ambientali*, Milano.
- SPEIGHT M.C.D. & CASTELLA E., 2001. An approach to interpretation of lists of insects using digitised biological information about the species. *Journal of insect Conservation*, 5.2: 131-139.
- SPEIGHT M.C.D., 1986. Criteria for the selection of insects to be used as bio- indicators in nature conservation research. In: Velthuis H.H.W. (ed.), *Proceedings of the 3rd European Congress of Entomology*, Amsterdam.
- SPEIGHT M.C.D., 2012. The Syrph the Net database of European Syrphidae (Diptera), past, present and future. *Quaderni della Stazione di Ecologia, Civico Museo di Storia Naturale di Ferrara*, 20: 23-44.
- SPEIGHT, M.C.D., 2008. Database of Irish Syrphidae (Diptera). *Irish Wildlife Manuals*. NPWS, Dept of Environment, Heritage and Local Government, Dublin.
- SPEIGHT, M.C.D., CASTELLA, E. & SARTHOU, J.-P., 2020. STN 2020. In: Syrph the Net on CD, Issue 12. Speight, M.C.D., Castella, E., Sarthou, J.-P. & Vanappelghem, C. (Eds.) ISSN 1649-1917. *Syrph the Net Publications*, Dublin.
- TRZCIŃSKI P., PIEKARSKA-BONIECKA H. & RZAŃSKA M., 2014. Hoverflies (Diptera, Syrphidae) of urban greenery as illustrated by the example of Adam Mickiewicz University Botanical Garden, Poznań. *Prog. Plant Prot*, 54(3): 326-333.
- UNFPA, 2007. State of the World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth, *United National Population Found.*
- UNITED NATIONS, 2007. World Population Prospects: The 2006 Revision. *United Nations*, New York.
- VELLI A., SOMMAGGIO D., MACCAGNANI B. & BURGIO G., 2010. Evaluation of environment quality of a protected area in Northern Italy using Syrph the Net method. *Bulletin of Insectology*, 67(2): 217-224.
- WONG D., NORMAN H., CREEDY T.J., JORDAENS K., MORAN K.M., YOUNG A., MENGUAL X., SKEVINGTON J.H. & VOGLER A.P., 2023. The phylogeny and evolutionary ecology of hoverflies (Diptera: Syrphidae) inferred from mitochondrial genomes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 184: 107759. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2023.107759>
- WOTTON K.R., GAO B., MENZ M.H.M., MORRIS R.K.A., BALL S.G., LIM K.S., REYNOLDS D.R., HU G. & CHAPMAN J.W., 2019. Mass Seasonal Migrations of Hoverflies Provide Extensive Pollination and Crop Protection Services. *Current Biology*, 29(13): 2167-2173. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.05.036>.
-