



Diversità degli insetti in Svizzera

Importanza, tendenze, possibili azioni

Foto di copertina: La **fanerottera collo lungo** (*Phaneroptera falcata*) è una specie termofila di tettigonidi che vive in Svizzera, soprattutto sulle pendici meridionali del Giura, fino a 1000 m di altitudine. Si può trovare, ad esempio, nei prati magri e nei vigneti, ma anche nei siti ruderali, nei maggesi fioriti o nelle zone umide. Il successo della sua riproduzione dipende dalla presenza di cespugli o strutture simili. Siccome è una buona volatrice, può colonizzare rapidamente nuovi habitat. Beneficia del riscaldamento climatico e sta estendendo in modo costante verso nord il suo territorio europeo.

IMPRESSUM

EDITORE E CONTATTO

Accademia svizzera di scienze naturali (SCNAT)
Forum Biodiversità Svizzera
Casa delle Accademie • Laupenstrasse 7 • Casella postale • 3001 Berna • Svizzera
+41 31 306 93 40 • biodiversity@scnat.ch • biodiversita.scnat.ch X @biodiversityCH

PROPOSTA DI CITAZIONE

Widmer I, Mühlethaler R et al. (2024) Diversità degli insetti in Svizzera: Importanza, tendenze, possibili azioni. Swiss Academies Reports 19 (4)

AUTRICI E AUTORI

Ivo Widmer • Roland Mühlethaler • Bruno Baur • Yves Gonseth • Jodok Guntern • Gregor Klaus • Eva Knop • Thibault Lachat • Marco Moretti • Daniela Pauli • Loïc Pellissier • Thomas Sattler • Florian Altermatt

CON IL CONTRIBUTO DI

Andreas Müller (capitolo 5.1) • Christophe Praz (capitolo 5.1)

TRADUZIONE

Anna Persico

RILETTURA SCIENTIFICA

Società Entomologica della Svizzera Italiana (SENSI)

ESTRATTI DEL RAPPORTO

La presente traduzione italiana è solo un estratto del rapporto originale Insektenvielfalt in der Schweiz: Bedeutung, Trends, Handlungsoptionen (<https://bit.ly/3WZDPOW>) o della corrispondente traduzione francese Diversité des insectes en Suisse : Importance, tendances, actions possibles (<https://bit.ly/3V2J90t>). La bibliografia e le appendici si trovano nelle pubblicazioni originali.

RINGRAZIAMENTI

Le autrici e gli autori ringraziano i numerosi specialisti che hanno generosamente contribuito con il loro tempo e le loro conoscenze a questo rapporto. Ringraziamo in particolare Tobias Roth, Matthias Plattner et Stefan Birrer del MBD/Hintermann & Weber AG per le discussioni e le preziose indicazioni concernenti i dati e le analisi del Monitoraggio della biodiversità in Svizzera (MBD). Ringraziamo inoltre per le indicazioni e i preziosi commenti Christoph Scheidegger che, in qualità di delegato del Comitato allargato della SCNAT, ha accompagnato l'elaborazione del rapporto e ha controllato il rispetto delle linee guida di assicurazione qualità della SCNAT.

ILLUSTRAZIONI E INFOGRAFICHE

Monika Rohner (monikarohner.com)

FOTOGRAFIE

Thomas Marent (thomasmarent.com)

LAYOUT

Olivia Zwygart (SCNAT)

ADATTAMENTO GRAFICO

Sylvaine Metthez

L'elaborazione delle basi del seguente rapporto è stata realizzata con il sostegno finanziario dell'UFAM. La traduzione italiana è stata finanziata da Pro Natura.

1a edizione, 2024

ISSN (online) 2297-1572

DOI: doi.org/10.5281/zenodo.10990630





Le specie dei generi *Osmia* e *Hoplitis* sono chiamate api muratrici. L'*Osmia aurulenta* è tipica di questo gruppo e fa il nido nei gusci di chiocciola vuoti, dove le femmine depongono le uova in piccole cellette di cova. Questa specie è presente e relativamente frequente in tutta la Svizzera fino a un'altitudine di 1900 metri.



Questo primo piano di **codazzura minore** (*Ischnura pumilio*) mette in risalto i grandi occhi composti delle libellule. Grazie all'ottima vista, questi insetti inseguono le prede e le catturano in volo. Anche le loro larve, che vivono in acqua, sono abili predatrici. Al momento dell'ultima muta, le larve escono dall'acqua e si arrampicano sulla vegetazione, dove diventeranno adulte. Finché l'esoscheletro di chitina non si indurisce e le ali non si dispiegano completamente, i giovani adulti sono molto vulnerabili e quindi facili prede. Soltanto in seguito potranno sfruttare le loro abilità acrobatiche e la rapidità di volo.

Contenuto

1	In sintesi.....	5
2	Diversità degli insetti	9
2.1	Imenotteri	9
2.2	Ditteri.....	9
2.3	Coleotteri	10
2.4	Lepidotteri	10
2.5	Emitteri (o rincoti).....	10
2.6	Ortotteri	10
2.7	Libellule	10
2.8	Efemerotteri, plecoteri e tricoteri	12
3	Importanza degli insetti.....	15
3.1	Importanza ecologica.....	15
3.2	Importanza per la società e l'economia	15
4	Tendenze e stato attuale delle comunità di insetti.....	19
5	Cause dell'evoluzione.....	21
5.1	Cambiamento di utilizzo degli ambienti.....	21
5.1.1	Zone agricole.....	21
5.1.2	Bosco.....	24
5.1.3	Acque.....	24
5.1.4	Ambiente urbano	25
5.1.5	Ambienti seminaturali.....	27
5.2	Fattori di influenza trasversali	27
5.2.1	Frammentazione degli habitat	27
5.2.2	Apporto atmosferico di azoto	29
5.2.3	Cambiamento climatico	29
5.2.4	Specie esotiche invasive.....	30
5.2.5	Inquinamento luminoso	31
6	Programma in 12 punti per la conservazione e la promozione degli insetti in Svizzera	36
6.1	Identificare e preservare gli hotspot degli insetti	38
6.2	Valorizzare, collegare e creare nuovi habitat	38
6.3	Realizzare misure mirate di promozione delle specie.....	39
6.4	Ridurre i rischi e l'impiego di pesticidi	39
6.5	Ridurre gli apporti di azoto e di fosforo.....	40
6.6	Adottare una gestione ambientale rispettosa degli insetti	40
6.7	Scongiorare il cambiamento climatico	41
6.8	Ridurre l'inquinamento luminoso	41
6.9	Ampliare il monitoraggio e il controllo dell'efficacia.....	42
6.10	Intensificare la ricerca.....	42
6.11	Migliorare la conoscenza delle specie e le competenze pratiche	43
6.12	Azionare le grandi leve	43



Talvolta confuso con il maggiolino comune, il giugnolino (*Amphimallon solstitiale*) è più piccolo e compare un po' più tardi nella stagione. Le larve si sviluppano nel suolo per quattro anni, nutrendosi di radici e altro materiale vegetale, mentre gli adulti mangiano soprattutto foglie fresche. È una specie molto diffusa e sciamata in gran numero soprattutto nelle sere di giugno-luglio.

1 In sintesi

Il mondo degli insetti e la sua affascinante diversità di forme e colori è il risultato di un'evoluzione durata milioni di anni e che, per questa semplice ragione, merita di essere protetta. Grazie alla loro ricchezza di specie, alla considerevole biomassa e alle molteplici specializzazioni, gli insetti rivestono un ruolo importante in quasi tutti gli ecosistemi, dove svolgono numerose funzioni fondamentali. La diminuzione della diversità degli insetti e della loro biomassa influisce negativamente sui servizi ecosistemici, con conseguenze potenzialmente gravi per la società e l'economia. Ad esempio, numerose piante coltivate dipendono dall'impollinazione degli insetti. Maggiore è il numero e la varietà degli impollinatori presenti, maggiore è la qualità e la quantità dell'impollinazione, e quindi la produzione di frutti e semi. Inoltre, gli insetti controllano i parassiti e contribuiscono alla decomposizione e alla trasformazione del materiale organico, da cui dipende la fertilità del suolo.

Eppure queste prestazioni non sono più garantite. Secondo numerosi studi, gli scienziati di tutto il mondo sono giunti alla conclusione che la diversità e la biomassa degli insetti stanno diminuendo. Finora in Svizzera non esisteva una sintesi delle conoscenze sullo stato e sulle tendenze delle comunità di insetti, ed è per colmare questa lacuna che il Forum biodiversità Svizzera dell'Accademia svizzera di scienze naturali (SCNAT) ha voluto pubblicare il presente Swiss Academies Report con l'aiuto di esperte ed esperti in materia.

Il rapporto si basa sulle Liste Rosse nazionali, sui risultati dei programmi nazionali di monitoraggio, su studi locali e regionali concernenti differenti gruppi di insetti e su relazioni di esperti. Documenta in modo dettagliato, secondo i dati disponibili, l'evoluzione della diversità e degli effettivi degli insetti in Svizzera, nonché le cause dei cambiamenti osservati. Richiama l'attenzione sull'importanza degli insetti e sottolinea le conseguenze del loro declino. Il rapporto evidenzia quali conoscenze ancora mancano e presenta le principali misure in grado di tutelare e favorire gli insetti in Svizzera.

A partire dalla metà del XX secolo circa, in Svizzera si è registrato un netto calo della diversità degli insetti e delle dimensioni delle loro popolazioni a livello nazionale, regionale e locale, in particolare sull'Altopiano. Le Liste Rosse mostrano che gli effettivi di molte specie minacciate, strettamente legate a specifici habitat, continuano tutt'ora a diminuire. Questa tendenza è stata osservata nel corso degli ultimi decenni non solo sull'Altopiano,

ma anche nel Giura e nelle Alpi. Alcune specie termofile comuni sono invece diventate più frequenti negli ultimi vent'anni e continuano a diffondersi. Tuttavia, molti gruppi di insetti non sono ancora stati studiati a sufficienza per potersi esprimere sull'evoluzione delle loro popolazioni e della loro diversità. Inoltre, non esistono ancora dati nazionali che documentino l'evoluzione a lungo termine della biomassa degli insetti nel nostro Paese. Possiamo comunque supporre che anche in Svizzera si siano verificate perdite simili a quelle osservate in altre nazioni europee.

Nel caso di alcune specie rare di insetti sono state osservate tendenze positive dall'inizio del millennio, grazie a efficaci misure di conservazione e promozione della biodiversità. In generale però, la situazione degli insetti in Svizzera rimane precaria. Gli effettivi di molte specie sono scesi a un livello inquietante: la loro sopravvivenza a lungo termine e i relativi servizi ecosistemici che forniscono sono in pericolo.

Come altri gruppi di organismi, gli insetti dipendono da un paesaggio variegato, ricco di strutture, di ambienti il più possibile naturali e di superfici ecologicamente intatte. Le cause della diminuzione degli effettivi e della diversità degli insetti sono numerose e conosciute, e dipendono principalmente dai seguenti fattori: perdita di habitat, deterioramento della qualità degli ambienti (riduzione dell'offerta di cibo, aumento dell'apporto di azoto, pesticidi, gestione dannosa per gli insetti, mancanza di strutture nel paesaggio, inquinamento luminoso), frammentazione degli ecosistemi, riscaldamento globale e diffusione di specie alloctone invasive. A seconda della loro combinazione, questi fattori hanno un impatto diverso sui vari gruppi di insetti e possono rafforzarsi a vicenda. In particolare sono gli insetti degli ambienti acquatici e delle zone umide, così come quelli degli ambienti agricoli, ad essere colpiti da diversi fattori. Nei boschi la situazione è migliore, anche se le specie più esigenti, che dipendono dalla presenza di legno morto di grande diametro, sono in pericolo e i boschi dominanti ad alto fusto sono troppo scuri per le specie eliofile e termofile.

Negli ultimi decenni sono state introdotte diverse misure per la protezione e la promozione delle specie e degli ecosistemi minacciati, che hanno contribuito in modo determinante ad arginare la perdita di insetti, persino migliorando localmente la situazione. Nel complesso però, gli sforzi compiuti per la biodiversità, e quindi per gli insetti, vengono compromessi da misure di sviluppo che aumentano la pressione su ecosistemi e specie, portando le popolazioni di molte specie di insetti a diminuire nonostante i provvedimenti adottati. Queste perdite colpiscono soprattutto le specie specializzate, che dipendono da habitat, potenziali siti di nidificazione e di svernamento sempre più rari o da piante ospiti specifiche. È quindi urgente adottare ulteriori misure per salvaguardare a lungo termine la diversità e il numero di insetti in Svizzera.

Anche se le conoscenze attuali su diversi gruppi di insetti sono ancora lacunose, quelle disponibili sono sufficienti per agire. Per la conservazione e il miglioramento della situazione degli insetti in Svizzera abbiamo sviluppato un programma in 12 punti che comprende misure concrete. Esso completa gli strumenti esistenti e si concentra sulle cause riconosciute e scientificamente provate del declino degli insetti, proponendo nel contempo anche temi quali il monitoraggio, la ricerca, la conoscenza delle specie e le competenze pratiche. I 12 punti e le relative misure sono connessi: per massimizzarne l'effetto è importante affrontarli in parallelo e nella loro interezza.



La *Ephemera danica* è stata eletta insetto dell'anno 2021 in Germania, Austria e Svizzera. Gli efemeroteri dipendono fortemente dagli ambienti acquatici puliti e naturali. Le loro larve vivono nell'acqua e si nutrono di materiale vegetale vivo o morto. Il passaggio allo stadio adulto presenta una particolarità: sulla superficie dell'acqua la larva muta dapprima in subadulto, capace di volare ma non ancora sessualmente maturo, e poi, nel giro di qualche giorno, svolge un'ultima muta per diventare l'adulto rappresentato nella foto.



I maschi di aurora (*Anthocharis cardamines*) sono i rappresentanti colorati dei pieridi (o cavolaie), farfalle generalmente bianche e da noi ancora ben diffuse. Le femmine non presentano i motivi arancioni sulle ali. I bruchi, ben mimetizzati, mangiano principalmente le brassicacee (crucifere) e svernano sotto forma di crisalide nella lettiera (materiale morto, soprattutto vegetale), per sfarfallare sotto forma di adulto la primavera seguente, dopo una decina di mesi.

2 Diversità degli insetti

Tra tutti gli esseri viventi superiori, gli insetti presentano in assoluto la più grande ricchezza di specie e di forme. Nel mondo sono state descritte oltre un milione di specie di insetti e si stima che ve ne siano ancora 5 milioni in attesa di essere scoperte. Secondo Leandro et al. (2017), in Europa esistono 105 000 specie. Baur & Ungricht (2019a, b) ipotizzano che solo in Svizzera siano presenti tra le 44 000 e le 60 000 specie (cfr. tabella 2.1). A titolo di confronto, in Svizzera sono state documentate «soltanto» 437 specie di vertebrati, 4 292 specie vegetali e tra le 7 000 e le 15 000 specie di funghi.

Gli insetti sono dei modelli di successo dell'evoluzione (Segeer & Rosenkranz 2018). Si contraddistinguono per il corpo in tre parti (testa, torace e addome), un esoscheletro di chitina, gli occhi composti, due antenne e tre paia di zampe. Dal punto di vista evolutivo, gli insetti sono un gruppo molto antico apparso per la prima volta circa 500 milioni di anni fa, la cui massima diversificazione è avvenuta in concomitanza con la diversificazione delle piante a fiore. Hanno colonizzato tutte le regioni del mondo, sviluppando un'infinità di specializzazioni.

In Svizzera gli insetti colonizzano tutti gli ambienti, dai piccoli specchi d'acqua dell'Altopiano centrale fino ai bordi stradali erbosi e ai ghiaioni alpini. Offrono un'affascinante diversità di stili di vita, forme e colori (cfr. per esempio Marent 2020). Molte specie dipendono da risorse specifiche (piante ospiti, microstrutture, ecc.) e vivono solo in determinati ambienti, altre invece sono meno specialiste e hanno uno stile di vita generalista in ambienti diversi.

La grande ricchezza entomologica della Svizzera è il risultato della presenza di un'ampia varietà di ambienti diversi e di un forte gradiente altitudinale in uno spazio ridotto. Inoltre, il Paese è influenzato da diverse regioni bioclimatiche. La Svizzera ha una particolare responsabilità internazionale per le specie di insetti presenti principalmente o esclusivamente nelle Alpi.

Le pcugine seguenti presentano alcuni importanti gruppi di insetti e riportano informazioni sulla loro diversità in Svizzera (cfr. figura 2.1).

2.1 Imenotteri

In Svizzera gli imenotteri sono senza dubbio l'ordine di insetti più ricco di specie. I rappresentanti più noti sono

api, vespe e formiche, con poco più di 1 400 specie attestate. Gli icneumonidi, una delle tante famiglie di imenotteri parassitoidi, sono meno conosciuti ma presentano un maggior numero di specie (circa 1 900); le loro larve di sviluppano nel corpo delle larve di altri insetti e di ragni. Svolgono un ruolo essenziale nella regolazione naturale degli insetti che possono causare danni all'agricoltura e alla selvicoltura.

Le api selvatiche e le api mellifere (apidi), impollinatrici insostituibili delle piante selvatiche e coltivate, svolgono un ruolo essenziale nella maggior parte degli ecosistemi terrestri (Breeze et al. 2011; Garibaldi et al. 2011, 2013; Button & Elle 2014; Kleijn et al. 2015; Mallinger & Gratton 2015).

La Svizzera ha una responsabilità particolare per la protezione di numerose specie europee, in quanto nelle sue valli secche intralpine vivono le comunità di api selvatiche più ricche di specie dell'Europa centrale e settentrionale (Oertli et al. 2005). Le api selvatiche sono molto esigenti riguardo all'habitat (Zurbuchen & Müller 2012; Westrich 2019). Numerosi studi dimostrano che per preservare a lungo termine l'impollinazione delle piante selvatiche e coltivate non sono necessarie soltanto le api mellifere, ma anche una fauna di api selvatiche ricca di specie e di individui (Klein et al. 2003; Holzschuh et al. 2012; Blitzer et al. 2016).

Come tutti gli altri gruppi di insetti, le api selvatiche si distinguono grazie alla diversità di modi di vivere (alcune specie, per esempio, nidificano esclusivamente nei gusci di chiocciola vuoti). Inoltre hanno sviluppato strategie sofisticate per procurarsi il nettare, accoppiarsi e proteggere la prole.

2.2 Ditteri

Anche le specie di zanzare, mosche e altri moscerini (ditteri) sono molto numerose: in Svizzera sono presenti oltre 7 000 specie. I ditteri svolgono diverse funzioni ecologiche (cfr. capitolo 3.1). I sirfidi, per esempio, sono importanti impollinatori e le larve di numerose specie contribuiscono alla decomposizione della materia organica (resti vegetali, escrementi, cadaveri). Altri ditteri sono parassiti o si nutrono di sangue di vertebrati (zanzare, tafani) e possono quindi trasmettere delle malattie. Data la loro rapidità di sviluppo e la loro abbondanza, alcune specie di ditteri sono una risorsa alimentare essenziale per i pesci

(sotto forma di larve) e per gli uccelli e i pipistrelli (sotto forma di adulti volanti).

2.3 Coleotteri

Con circa 6 500 specie, i coleotteri formano il terzo gruppo di insetti più grande della Svizzera (info fauna 2021), ma secondo alcune stime il numero potrebbe essere più alto e raggiungere le 7 400 specie (Baur & Ungricht 2019a, b). Su scala mondiale, i coleotteri costituiscono l'ordine più importante della classe degli insetti.

I coleotteri colonizzano facilmente sia gli ambienti terrestri che quelli acquatici, svolgendo importanti funzioni negli ecosistemi. Alcune specie sono predatrici di insetti e di altri invertebrati (carabidi, coccinelle), altre si nutrono di legno morto o marcescente (saproxilofagi; rosalia alpina, cerambice della quercia, bostrico) o di altri materiali organici come gli escrementi o i cadaveri (geotrupidi, necrofori), mentre numerose specie si nutrono di piante e polline (maggolini, cetonie, coleotteri delle foglie dei cereali). Le specie fitofaghe possono causare danni economici e quindi sono, o sono state, oggetto di misure di controllo mirate (anni principali di volo dei maggiolini). Molte specie di coleotteri sono affascinanti e spettacolari, come i carabidi, i cervi volanti, i buprestidi, i cerambicidi e le cetonie.

2.4 Lepidotteri

In pratica, le farfalle (quasi 3 700 specie in Svizzera) vengono suddivise in tre gruppi artificiali di dimensioni molto diverse: le farfalle diurne (212 specie), i macrolepidotteri prevalentemente notturni (1 500 specie) e i microlepidotteri (2 000 specie). La maggioranza delle specie di farfalle (80 %) vive nelle zone agricole. Alcune sono molto belle e note al grande pubblico. Le farfalle sono generalmente molto sensibili ai cambiamenti del loro habitat (Erhardt & Thomas 1991) e numerose specie hanno esigenze davvero specifiche riguardo alla struttura e all'utilizzo degli ambienti in cui vivono, nonché alla gamma di piante ospiti che vi trovano (per es. Pearse & Altermatt 2013). Questo vale in particolare per i bruchi che, essendo poco mobili, faticano a cambiare area di alimentazione. Gli adulti sono invece più mobili: alcuni, come gli adulti della sfinge colibrì (il suo volo ricorda quello di un colibrì), sono viaggiatori a lungo raggio che raggiungono ogni anno la Svizzera dal bacino del Mediterraneo.

2.5 Emitteri (o rincoti)

Con poco più di 1 900 specie identificate, gli emitteri formano un altro gruppo numeroso. Ne fanno parte le cimici,

le cicale e gli afidi. Tutti si nutrono di alimenti liquidi, principalmente di succhi vegetali che prelevano tramite il rostro. Tuttavia tra le cimici vi sono anche specie predatrici e parassite (come la famosa cimice dei letti). Gli afidi e le cicaline secernono lo zucchero superfluo dei succhi vegetali sotto forma di melata, che viene recuperata da numerosi altri insetti (per es. formiche allevatrici di afidi ma anche api mellifere) rappresentando un'importante risorsa energetica nella loro alimentazione. Inoltre, afidi e cicaline formano spesso popolazioni molto dense e contribuiscono quindi ampiamente alla biomassa entomologica di un ambiente. Molte specie hanno anche un elevato grado di specializzazione riguardo alle piante ospiti e agli habitat.

2.6 Ortotteri

In Svizzera vivono 112 specie di cavallette e grilli. Perlopiù termofile ed eliofile, queste specie colonizzano praticamente tutti gli ambienti terrestri fino a 3 100 m di altitudine. Più sensibili alla struttura piuttosto che alla qualità della vegetazione degli ambienti che colonizzano, gli ortotteri possono essere suddivisi in specie pioniere (di zone golenali, ghiaioni, lastre rocciose e campi solcati), specie palustri (paludi e torbiere alte), specie dei prati e pascoli secchi e specie dei boschi, dei loro margini e dei cespuglieti (Baur et al. 2006; Monnerat et al. 2007).

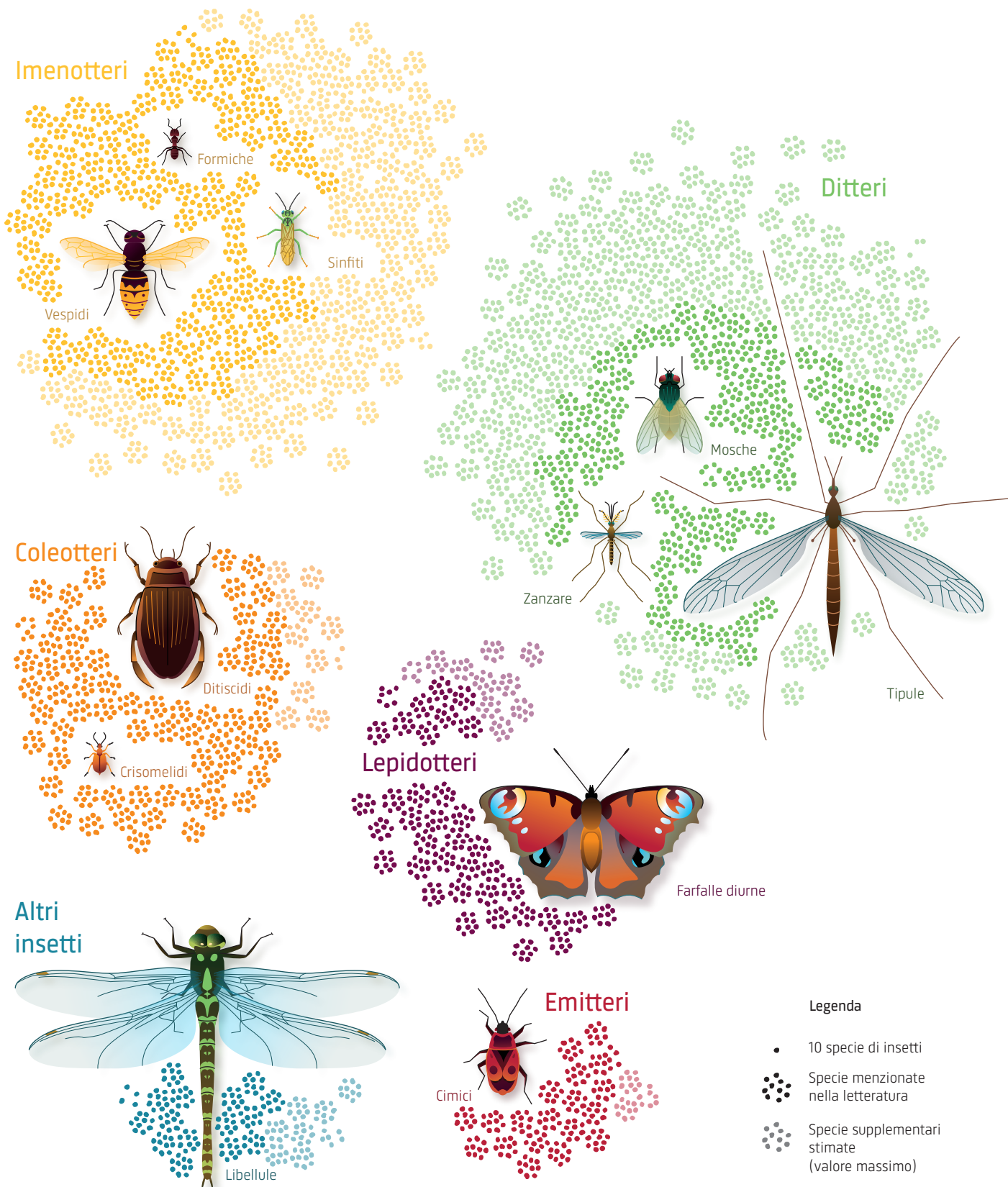
Fitofagi, carnivori o a regime misto, questi insetti sono molto importanti dal punto di vista funzionale nella catena alimentare, soprattutto in quanto prede. Gli ortotteri reagiscono rapidamente ai cambiamenti delle condizioni ambientali, sono molto fedeli al proprio habitat e hanno generazioni relativamente corte. Sono quindi buoni indicatori della qualità ecologica dei paesaggi fluviali e degli ambienti agricoli (Schlegel & Schnetzler 2018). Inoltre, la maggior parte delle specie può essere identificata molto bene grazie al canto, e per questo gli ortotteri sono spesso inclusi nei programmi di monitoraggio.

2.7 Libellule

In Svizzera sono presenti 76 specie di libellule (odonati) (Gonseth et al. 2002). Le libellule formano quindi un gruppo di insetti piuttosto piccolo ma molto appariscente. Prima che gli adulti prendano il volo diventando eleganti ed efficaci cacciatori, tutte le specie trascorrono la maggior parte della vita in acqua sotto forma di larve. Si nutrono di insetti e altri artropodi, occasionalmente anche di piccoli vertebrati. A dipendenza delle necessità ecologiche, le libellule prediligono acque stagnanti ricche di vegetazione ripariale e piante acquatiche (pozze, stagni e laghi), acque stagnanti pioniere senza vegetazione (per es. pozze e stagni nelle cave di ghiaia), fiumi, ruscelli, sorgenti

Figura 2.1 Diversità degli insetti in Svizzera

Secondo la letteratura specializzata, in Svizzera sono conosciute circa 30 000 specie di insetti (puntini più scuri). Tuttavia alcune stime rivelano che potrebbero esserci tra le 44 000 e le 60 000 specie (puntini più chiari, Baur & Ungricht 2019a, b). La maggior parte delle specie svizzere di insetti appartiene ai sei principali gruppi presentati (imenotteri, ditteri, coleotteri, lepidotteri, emitteri, altri insetti); come esempio sono illustrati alcuni rappresentanti tipici per ogni gruppo.



o paludi. Sono quindi buone indicatrici della qualità di questi ambienti.

2.8 Efemerotteri, plecoteri e tricoteri

Oltre alle libellule, molti altri gruppi di insetti trascorrono la maggior parte della vita, spesso come larve, in acqua o in prossimità di essa. Tra questi vi sono gli efemerotteri, i plecoteri e i tricoteri, per un totale di quasi 500 specie in Svizzera. Le larve di plecoteri e di efemerotteri vivono principalmente nei corsi d'acqua e nelle rispettive sorgenti, mentre poche specie di efemerotteri sono legate ai laghi e agli stagni. Invece, le larve di tricoteri possono essere

presenti in tutti gli ambienti acquatici della Svizzera: sorgenti, ruscelli e fiumi ma anche canali, stagni e laghi. Le diverse specie di insetti acquatici reagiscono in modo specifico ai cambiamenti delle proprietà fisico-chimiche e alla contaminazione con pesticidi e altri inquinanti dei corsi d'acqua. Per questo motivo fungono da bioindicatori della qualità delle acque (indice saprobico).

Tabella 2.1 Numero di specie di insetti in Svizzera (secondo Baur & Ungricht 2019a, b)

Gruppi di insetti			Numero di specie		Referenze
Classificazione	Ordine (o gruppo equivalente)	Taxon	Conosciute	Stimate (min-max)	(Salvo indicazione contraria, le cifre si riferiscono a Merz 2012)
Ditteri	Mosche, zanzare	Diptera	7068	10892-22099	Bächli et al. 2014
Imenotteri	Vespe, api, formiche	Hymenoptera	8852	19330-19356	
Coleotteri	Coleotteri	Coleoptera	6367	7194-7352	info fauna 2019
Lepidotteri	Farfalle	Lepidoptera	3668	3668-4609	SwissLepTeam 2010
Emitteri	Cimici, cicale, afidi	Hemiptera	1926	1926-2209	
Altri insetti	Archeognati	Archaeognatha	38	38-76	
	Blattoidei	Blattodea	13	17-19	
	Collemboli	Collembola	328	454-470	
	Dermateteri	Dermaptera	8	8	
	Dipluri	Diplura	18	48-54	
	Efemerotteri	Ephemeroptera	86	86-103	Lubini et al. 2012
	Mantide religiosa	Mantodea	1	1	
	Mecotteri	Mecoptera	7	7-12	
	Megalotteri	Megaloptera	3	3-4	
	Neurotteri	Neuroptera	90	90-133	
	Libellule	Odonata	76	76-81	Wildermuth et al. 2005
	Ortotteri	Orthoptera	112	112-119	
	Pidocchi	Phthiraptera	23	23-41	
	Plecotteri	Plecoptera	111	111-125	Lubini et al. 2012
	Proturi	Protura	7	7-15	
	Psocotteri	Psocoptera	101	101-164	
	Rafidiotteri	Raphidioptera	12	12-18	
	Pulci	Siphonaptera	80	80-92	
	Strepsitteri	Strepsiptera	6	6-10	
	Tisanotteri	Thysanoptera	115	115-314	
Tricotteri	Trichoptera	302	363-388	Lubini et al. 2012	
Zigentomi	Zygentoma (Thysanura)	3	3-6	Burckhardt 2000	
Totale	Insetti	Insecta (Hexapoda)	29 421	44 771-57 878	



Lungo a malapena un centimetro, il **diavolino** (*Centrotus cornutus*) appartiene alla famiglia dei membracidi ed è ben riconoscibile grazie alle spettacolari protuberanze del suo pronoto. La funzione di queste «corna» non è ancora chiara. Il diavolino è una delle rare specie di cicadomorfi autoctoni che impiega due anni per svilupparsi da uovo a insetto adulto. Trascorre l'inverno allo stadio larvale. In Svizzera sono presenti altre due specie di membracidi, una delle quali è stata introdotta dal Nord America.



A causa dell'aspetto peloso e del modo in cui bottinano, le specie appartenenti alla famiglia dei bombilidi sono spesso confuse con i bombi. A differenza di quest'ultimi hanno però un solo paio d'ali completamente sviluppate, appartenendo quindi all'ordine dei ditteri. Nelle specie di quest'ordine, le ali posteriori si sono trasformate in bilancieri, che servono a stabilizzare il volo. Il *Bombylius canescens* è una specie molto diffusa in Europa. Le sue larve parassitano le api selvatiche, mentre gli adulti hanno un'alimentazione prettamente vegetale (nettare e polline).

3 Importanza degli insetti

A causa della ricchezza di specie, della biomassa e delle diverse specializzazioni che li caratterizzano, gli insetti svolgono un ruolo determinante per il buon funzionamento degli ecosistemi e, quindi, per il benessere degli esseri umani.

3.1 Importanza ecologica

Gli insetti impollinano l'88 % di tutte le specie di piante a fiore della zona temperata (Ollerton et al. 2011). La stretta relazione tra gli insetti e le piante è il risultato di milioni di anni di evoluzione comune. La loro interdipendenza è tale, che in alcuni casi una certa pianta può essere impollinata soltanto da una singola specie di insetto. Gli imenotteri, i ditteri, le farfalle e i coleotteri impollinano i fiori e svolgono quindi un ruolo essenziale nella riproduzione delle piante.

Gli insetti sono presenti in quasi tutte le reti alimentari e rappresentano una risorsa fondamentale per numerosi vertebrati. Allo stadio larvale o adulto, i ditteri e gli efemerotteri sono, per esempio, un'importante fonte di cibo per i pesci. Inoltre gli insetti sono un alimento basilare per numerosi uccelli e pipistrelli. Per esempio, i giovani uccelli per crescere hanno bisogno di alimenti ricchi di proteine, ed è per questo che specie altrimenti granivore come i passeri e numerosi fringillidi, nutrono le nidiate soprattutto con insetti (cfr. anche figura 3.1). Si suppone che il calo delle specie di insetti e, soprattutto, della loro biomassa sia una delle cause principali della diminuzione degli effettivi di alcune specie di uccelli (Guyot et al. 2018; Knaus et al. 2018).

Gli insetti rivestono un ruolo importante anche per il suolo. Molte specie contribuiscono alla decomposizione del materiale vegetale morto, restituendo così le sostanze nutritive al suolo (Schowalter et al. 2018; cfr. anche figura 3.1). Sminuzzando il materiale organico, lo preparano inoltre per i funghi e i microorganismi, che continueranno poi il processo di decomposizione (Wermelinger 2017). In questo modo gli insetti favoriscono la fertilità del suolo e la formazione di humus (Maeder et al. 2002; Birkhofer et al. 2008; Filser et al. 2016), e quindi anche la capacità di produzione agricola. Molte delle 6500 specie di coleotteri conosciute in Svizzera sono coinvolte nella decomposizione della materia organica. Per esempio, gli scarabei stercorari raccolgono gli escrementi di bovino e li sotterrano. In questo modo arricchiscono il suolo di sostanze nutritive e minerali (Bang et al. 2005; Slade et al. 2016) e impediscono che gli escrementi si decompongano all'a-

perto, evitando così le considerevoli emissioni di gas a effetto serra. Gli insetti che fanno il nido nel terreno (per es. molte api selvatiche), scavano gallerie che contribuiscono ad aerare i suoli compatti, permettendo un migliore assorbimento dell'acqua (Olf & Ritchie 1998).

Gli insetti sono importanti per la diffusione delle piante (Del Toro et al. 2012), in particolare le formiche che contribuiscono alla dispersione dei semi. Alcuni vegetali hanno persino sviluppato delle strutture specifiche che favoriscono la dispersione da parte delle formiche: gli elaiosomi, ovvero strutture ricche di proteine, lipidi e/o carboidrati attaccate ai semi e di cui le formiche sono ghiotte (Elizalde et al. 2020).

L'influenza degli insetti sulla competizione tra le piante è stata finora ancora poco studiata. Gli insetti erbivori possono indebolire le specie dominanti mangiandole, influenzando così la competizione diretta tra le piante e portando forse a una maggiore diversità di specie. È anche interessante osservare che alcune specie di insetti assicurano funzioni ecologiche diverse a dipendenza del loro stadio di sviluppo: i bruchi di molte farfalle mangiano foglie fresche oppure organi floreali delle piante ospiti, mentre gli adulti si nutrono di nettare e impollinano le piante.

Gli insetti svolgono un ruolo centrale anche nella dinamica degli ecosistemi forestali (Schowalter 2012; Wermelinger 2017). Alcune specie depongono le uova negli alberi deboli o ammalati, a scapito dei quali si svilupperanno le larve. In questo modo possono modificare la composizione delle essenze forestali, aumentandone la biodiversità. Una maggiore diversità di specie arboree aumenta l'adattabilità dei boschi ai cambiamenti climatici e favorisce nel contempo una maggiore produzione di biomassa (Schowalter 2012).

3.2 Importanza per la società e l'economia

Anche noi esseri umani beneficiamo delle numerose funzioni ecologiche svolte dagli insetti negli ecosistemi. Nelle scienze si parla di servizi ecosistemici (Millennium Ecosystem Assessment 2005) rispettivamente di Nature's Contributions to People (Díaz et al. 2018). I servizi ecosistemici forniti dagli insetti concernono tutte le categorie del «Millennium Ecosystem Assessment»: supporto alla vita (per es. disseminazione, o formazione e fertilità del suolo), regolazione (per es. impollinazione o controllo biologico dei parassiti), approvvigionamento (per es. produzione di miele) e valori culturali (per es. osservazione

della natura, turismo, arte). Il declino degli insetti porta a una diminuzione dei servizi ecosistemici (cfr. anche figura 3.1), fenomeno che non incide soltanto ecologicamente ma che ha anche conseguenze sociali ed economiche (Noriega et al. 2018).

Il considerevole contributo economico degli insetti pronubi è conosciuto da molto tempo e viene spesso menzionato nei media (Losey & Vaughan 2006; IPBES 2016; Noriega et al. 2018). Numerose piante coltivate europee dipendono dagli insetti per l'impollinazione (Ollerton et al. 2011; Goulson 2019; cfr. anche figura 3.1). In Svizzera, il 5 % della superficie agricola totale beneficia dell'impollinazione da parte degli insetti e, se si considerano solo i terreni coltivabili, la percentuale sale al 14 %. Sutter et al. (2017) stimano inoltre il valore economico annuale dell'impollinazione da parte degli insetti in Svizzera a 205–479 milioni di franchi. Uno studio recente (Lippert et al. 2021) rivela che se tutti gli insetti pronubi venissero eliminati, l'economia tedesca perderebbe circa 3,8 miliardi di euro ogni anno. A livello globale, il contributo economico fornito dagli impollinatori raggiunge i 1000 miliardi di dollari all'anno. Grazie all'emblematica ape mellifera, gli imenotteri sono i più conosciuti tra i gruppi di insetti impollinatori. È invece meno conosciuto il fatto che gli imenotteri costituiscono il gruppo di insetti più ricco di specie in Svizzera. Tra loro, numerose api selvatiche contribuiscono in modo significativo all'impollinazione delle piante coltivate (Holzschuh et al. 2012; Kennedy et al. 2013). Le api e gli altri insetti pronubi sono indispensabili in Svizzera per un'agricoltura produttiva e un'alimentazione sana (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2019).

Come predatori o parassitoidi, gli insetti forniscono altre importanti prestazioni per l'agricoltura (Kremen et al. 2007). Avendo un regime alimentare principalmente carnivoro, svolgono un ruolo essenziale nella regolazione naturale delle popolazioni di insetti parassiti. Per l'Austria, Zulka & Götzl (2015) hanno stimato il beneficio finanziario della lotta biologica ai parassiti fornita dagli insetti in 129–329 milioni di euro all'anno. Nelle zone agricole, questi insetti dipendono dalla presenza non solo di prede, ma anche di siti adatti alla riproduzione, al riposo o alla nidificazione (Landis et al. 2000). Una maggiore presenza e diversità di insetti predatori e parassitoidi può quindi ridurre i costi della lotta ai parassiti e aumentare le rese, a condizione che gli insetti non vengano danneggiati dall'impiego di insetticidi o dalla rimozione delle microstrutture indispensabili per la loro sopravvivenza. Gli ecosistemi agricoli ben funzionanti, con popolazioni sane di insetti predatori, possono ridurre il costo della lotta ai parassiti e il ricorso ai pesticidi.

Gli insetti forniscono anche prodotti con un valore commerciale, come il miele o la gommalacca (oggi giorno è ancora una componente importante usata nell'industria dei

colori e delle pitture). Il cosiddetto miele di foresta (miele di melata) è composto principalmente da liquido zuccherato (melata) che alcuni insetti, in particolare afidi e cocciniglie, trasudano dopo averlo raccolto dalle piante, e di cui si nutrono le api mellifere e altri insetti.

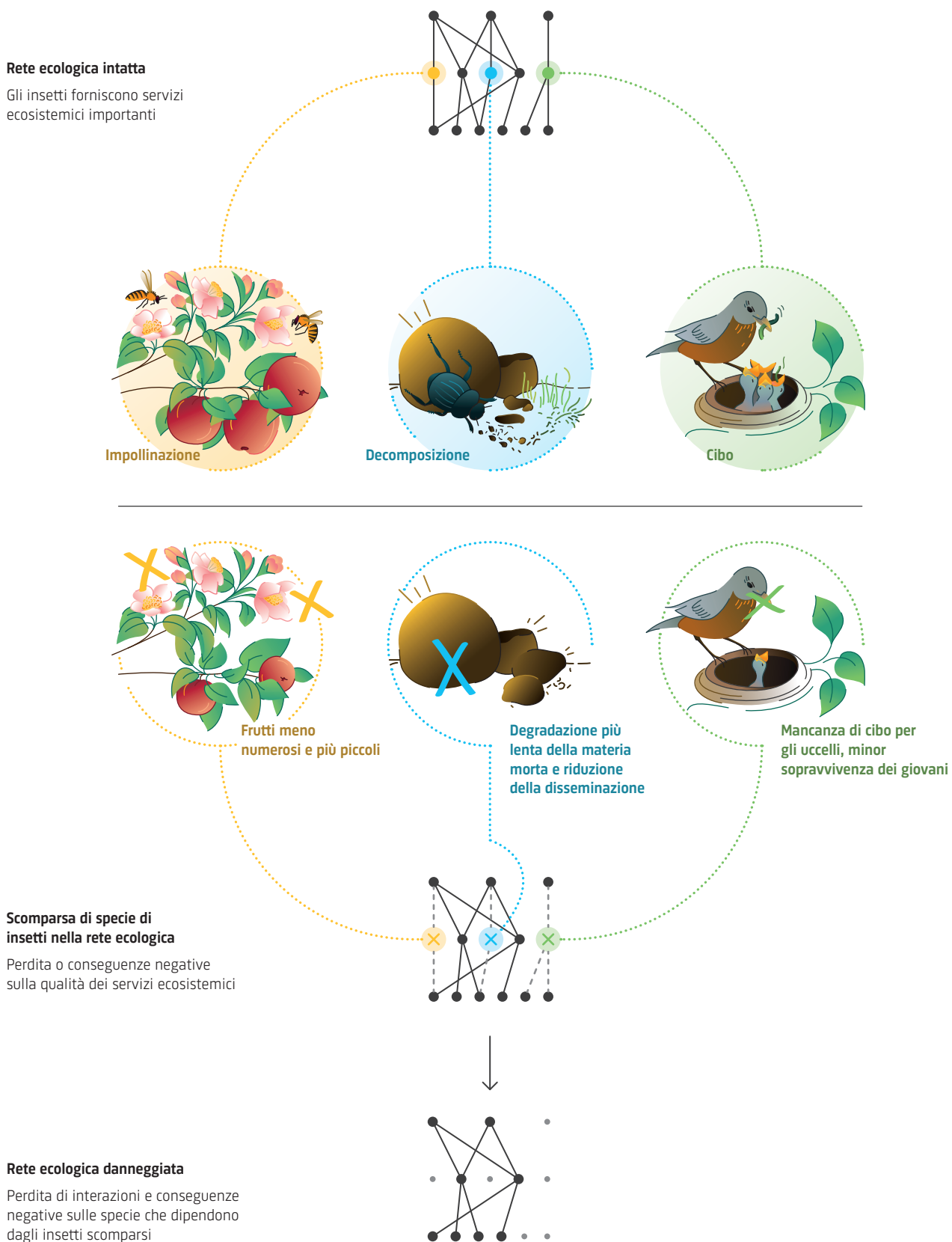
In molte parti del mondo, gli insetti sono anche una fonte di proteine, minerali e vitamine. In alcune regioni dell'Africa sono circa 250 le specie repute commestibili. Nell'Europa centrale il maggiolino è stato mangiato fino alla seconda guerra mondiale. Dal 1° maggio 2017, tre specie di insetti sono state ufficialmente ammesse come derrate alimentari in Svizzera. Il consumo di insetti non dipende soltanto dal gusto e dai valori nutritivi, ma anche dalle preferenze e reticenze culturali. Inoltre molti insetti in natura sono presenti solo stagionalmente.

D'altra parte non bisogna dimenticare che alcune specie di insetti, in caso di eccessiva proliferazione, possono causare importanti perdite economiche. Globalmente, gli insetti sono responsabili del 17–30 % della perdita di raccolto, portando a conseguenze catastrofiche nei Paesi già colpiti da carestia e povertà. Gli insetti possono colpire anche le scorte alimentari: nei Paesi in via di sviluppo le perdite possono raggiungere il 40 %. Anche la selvicoltura teme la massiccia comparsa di parassiti (per es. bostrico, scolitidi) nei boschi già indeboliti dalla siccità o dal vento. Infine, alcune specie di insetti sono potenziali vettori di malattie con gravi conseguenze per uomini e animali (per es. febbre gialla, malaria, dengue).

La portata di questi effetti negativi è spesso aggravata dagli effetti diretti o indiretti delle attività umane. La globalizzazione del commercio e il riscaldamento climatico sono le cause principali dell'introduzione, rispettivamente della diffusione in Europa di specie come la piralide del bosso o la zanzara tigre, e delle relative conseguenze legate alla loro presenza. L'industrializzazione dell'agricoltura, l'espansione delle monoculture e la banalizzazione del paesaggio che ne deriva hanno favorito la diffusione di numerosi parassiti. Nel caso in cui gli organismi antagonisti siano pochi o assenti, le popolazioni di questi insetti parassiti possono aumentare considerevolmente. Gli insetti vengono combattuti quando la loro presenza entra in conflitto diretto con gli interessi economici o sanitari delle persone. A questo scopo vengono impiegati pesticidi o mezzi di lotta biologica quali l'allevamento e il rilascio di organismi antagonisti (per es. parassitoidi come gli icneumonidi o i calcididi), o lo spargimento di batteri (soprattutto BTI, *Bacillus thuringiensis*) e di spore di funghi entomopatogeni (per es. *Beauveria* sp.).

Figura 3.1 Importanza degli insetti negli ecosistemi

Gli insetti occupano posizioni chiave in numerose reti ecologiche e forniscono servizi ecosistemici essenziali. Infatti, molte piante coltivate dipendono dall'impollinazione degli insetti. Essi contribuiscono inoltre alla trasformazione e alla decomposizione del materiale organico e rappresentano una fonte alimentare vitale per altri animali (per es. gli uccelli). La scomparsa degli insetti ha degli effetti negativi sulle reti ecologiche (diminuzione dei servizi ecosistemici), che a loro volta possono influire gravemente sulla società e l'economia.





Alcune femmine di **crisocraone gigante** (*Chrysochraon dispar*) sono di colore viola intenso, mentre i maschi sono tra il verde chiaro e il giallo dorato metallico. Questa specie appartiene alla sottofamiglia delle gonfocerine. In Svizzera è molto diffusa, tranne in Ticino e nei Grigioni. Il crisocraone gigante si trova principalmente nei prati umidi e nelle paludi, ma anche nei terreni incolti e lungo i corsi d'acqua.

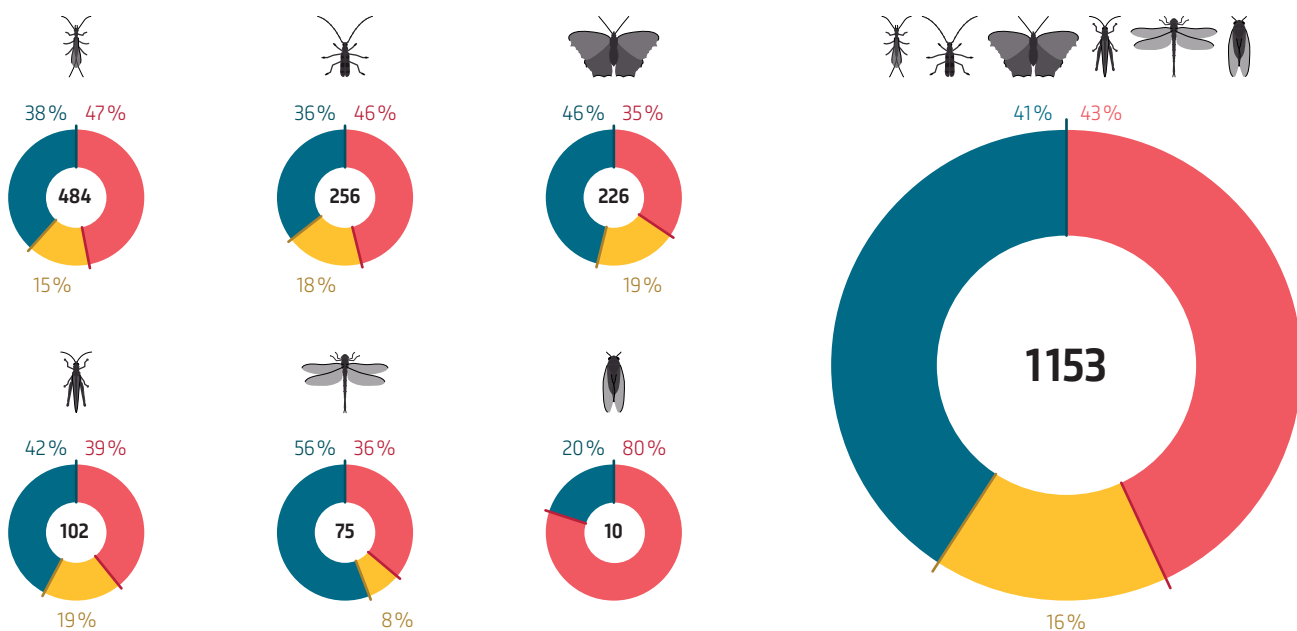
4 Tendenze e stato attuale delle comunità di insetti

Figura 4.1 Numerosi insetti in Svizzera sono in pericolo e figurano sulla Lista Rossa delle specie minacciate

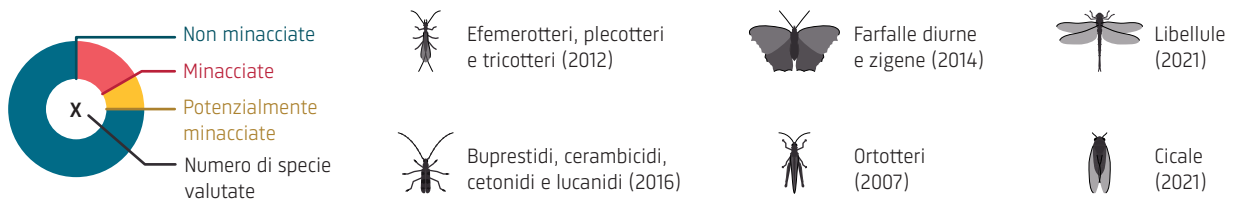
Attualmente in Svizzera esistono Liste Rosse per sei gruppi di insetti. Delle 1153 specie valutate, il 43% è minacciato e il 16% è potenzialmente minacciato. In totale, 38 specie sono considerate estinte (RE) e 107 specie in pericolo di estinzione (CR).

Parte delle specie minacciate, potenzialmente minacciate e non minacciate per gruppo di insetti

Parte delle specie minacciate, potenzialmente minacciate e non minacciate rispetto al totale dei gruppi di insetti studiati



Legende





I ditteri formano uno dei gruppi d'insetti più ricchi di specie e hanno quindi forme e modi di vita molto diversi. Lunga circa un centimetro, la *Phasia hemiptera* ha la classica forma di una mosca. Gli adulti si nutrono esclusivamente di polline di fiori, ma le uova vengono deposte sulle cimici pentatomidi. Una volta nata, la larva penetra nell'ospite e, essendo un parassitoide, lo divora dall'interno, causandone la morte.

5 Cause dell'evoluzione

Gli insetti dipendono da un paesaggio variato, ricco di strutture e di ambienti vicini allo stato naturale. I cambiamenti nell'utilizzo del suolo (per es. intensificazione della produzione agricola o sviluppo urbano e delle infrastrutture) causano gravi perdite, così come il rimpicciolimento e la frammentazione degli habitat. Nel contempo diminuiscono le strutture importanti per gli insetti. I fattori che impattano sull'intero ecosistema (per es. uso di pesticidi, aumento degli apporti di azoto e di fosforo, metodi di gestione nocivi per gli insetti o cambiamenti climatici) peggiorano la qualità degli ambienti rimasti. Dietro ai fattori che agiscono direttamente sugli insetti (cfr. anche tabella 5.1) ci sono cause di ordine superiore (per es. il consumismo della società e il conseguente uso non sostenibile delle risorse naturali). Tra queste cause e vettori indiretti figurano anche le condizioni culturali, legali e istituzionali che contribuiscono a determinare le scale di valori, le decisioni e il comportamento degli individui e della società nel suo complesso (cfr. figura 5.1).

Questo capitolo fornisce una visione di insieme dei principali fattori di influenza e dei vettori soggiacenti che modificano gli ecosistemi e, di conseguenza, le popolazioni di insetti (IPBES 2019).

5.1 Cambiamento di utilizzo degli ambienti

Nel corso dei secoli, una buona parte dell'Europa occidentale fu disboscata tramite grandi campagne di deforestazione in favore della coltivazione (Poschlod 2015). In molti casi il risultato fu un mosaico costituito da boschi, prati e campi che accrebbe praticamente ovunque la diversità delle specie fino all'inizio del XX secolo (Sauberer et al. 2008). L'uso tradizionale del suolo aumentò l'offerta di ambienti seminaturali per numerose specie vegetali e animali specializzate dei paesaggi aperti. Con l'arrivo dell'agricoltura intensiva e la forte crescita demografica del dopoguerra, l'uso del suolo cambiò radicalmente, causando la massiccia diminuzione e un grave deterioramento degli habitat della maggior parte degli insetti (Foley et al. 2005).

Riquadro 5.1 L'importanza delle micro strutture per gli insetti

Le microstrutture sono essenziali per numerose specie di insetti (Guntern et al. 2020). I mucchi di rami e di tronchi, i ceppi, il legno morto orizzontale o verticale e le recinzioni in legno non trattato rappresentano ambienti importanti per gli insetti saproxilici, come alcune specie di api selvatiche che sistemano le celle per le loro uova nelle gallerie scavate dalle larve di coleotteri (Zurbuchen & Müller 2012). Alcune specie di insetti trovano rifugio e possono completare il loro intero ciclo vitale vivendo nelle strisce erbose falciate solo ogni due o tre anni, mentre una cinquantina di specie di farfalle necessitano per i loro bruchi grossi gruppi di ortica. Stagni e laghetti ospitano non solo molte specie acquatiche, ma sono anche una fonte d'acqua per gli insetti terrestri. Il terreno nudo ospita i nidi di numerose specie (Zurbuchen & Müller 2012), ed è essenziale per una gran parte delle specie indigene di imenotteri aculeati, in particolare api selvatiche e vespe solitarie e sociali. La qualità di queste strutture svolge un ruolo determinante per gli insetti. Sono particolarmente adatte le zone ben soleggiate o semi-ombreggiate, povere di nutrienti e con vegetazione autoctona rada.

5.1.1 Zone agricole

Perdita di habitat

L'intensificazione della produzione agricola ha modificato radicalmente il paesaggio dell'Europa centrale, soprattutto a partire dal 1950 circa (Baur et al. 2004; Poschlod 2015). La riorganizzazione delle parcelle riunì in grandi superfici gli appezzamenti frammentati da secoli di divisioni ereditarie, favorendo una crescente meccanizzazione dell'agricoltura. Di conseguenza i margini dei boschi furono raddrizzati, i corsi d'acqua incanalati o intubati e le microstrutture eliminate (Ewald & Klaus 2010; Poschlod 2015; Guntern et al. 2020) (cfr. riquadro 5.1 sull'importanza delle strutture per gli insetti). L'intensificazione delle pratiche agricole nei siti favorevoli, combinata con l'abbandono delle aree meno produttive di montagna, causarono una forte diminuzione della diversità degli ambienti e delle specie che dipendono da essi, compresi gli insetti (Walter et al. 2010). Gli elementi seminaturali del paesaggio, che rendono difficile la gestione meccanica dei terreni, vennero e vengono ancora oggi eliminati: alberi isolati, arbusti, mucchi di sassi, fossati, zone umide e stagni (Poschlod 2015; Guntern et al. 2020).

Figura 5.1 Fattori che minacciano la diversità degli insetti in Svizzera

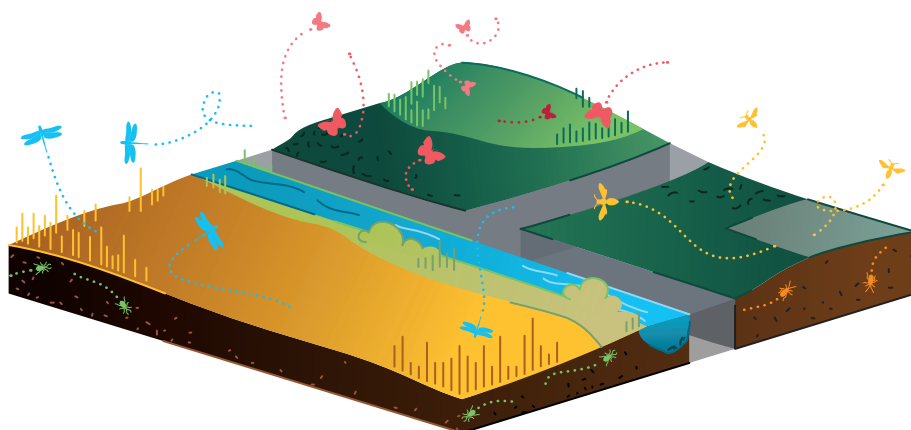
Paesaggio iniziale, variato e ricco di strutture

Grande diversità e frequenza degli insetti



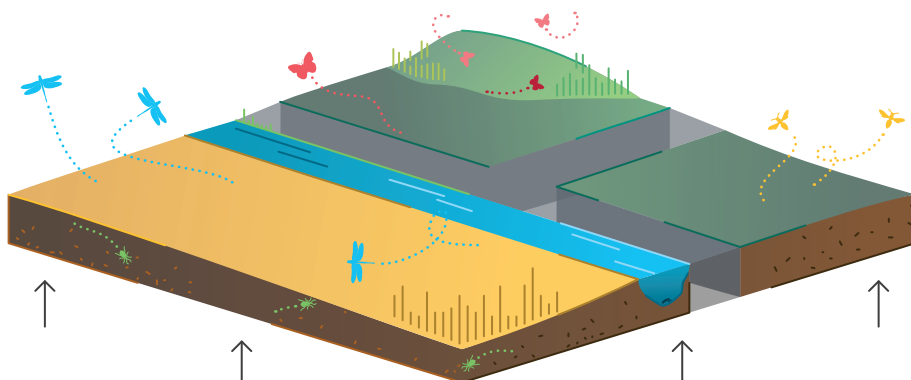
Il cambiamento nell'utilizzo delle superfici causa perdita, rimpicciolimento e frammentazione degli ambienti

Diminuzione della diversità e della frequenza degli insetti



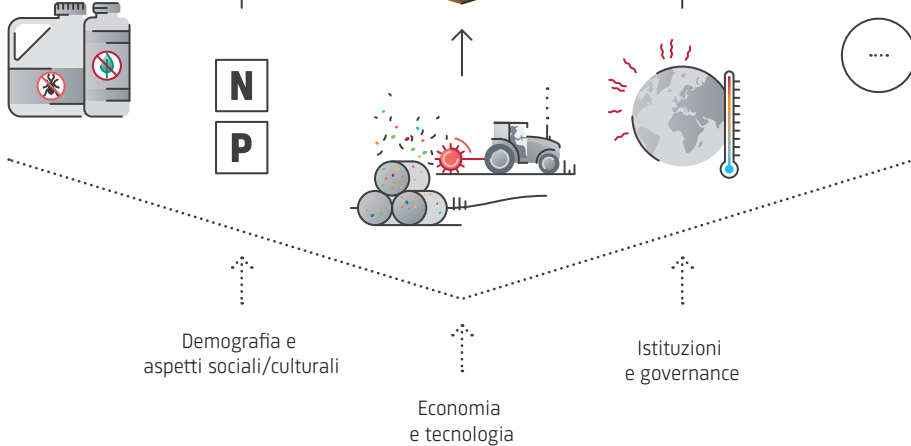
I fattori che impattano sull'intero ecosistema causano una diminuzione della qualità degli habitat rimanenti

La pressione sulla diversità e sulla frequenza degli insetti aumenta ulteriormente



Cause di ordine superiore

Valori e comportamenti



Fertilizzanti

La biodiversità di molti ecosistemi delle superfici coltivate soffre a causa dell'apporto regolare di fertilizzanti (Guntern et al. 2020). Per esempio, i risultati di uno studio europeo concernente 130 prati e 141 campi hanno rivelato che la diversità della flora diminuisce esponenzialmente con l'aumento dell'apporto di azoto (Kleijn et al. 2009). La diversità degli insetti è strettamente correlata alla diversità vegetale (Schuldt et al. 2019) e diminuisce quindi con essa. A causa dell'uso diffuso di fertilizzanti di sintesi, dell'ampio spargimento di colaticcio e del conseguente aumento del numero di sfalci, sono diminuite drasticamente le praterie da sfalcio di bassa quota ricche di specie che un tempo erano molto diffuse (Bosshard 2015). Questi prati venivano falciati tradizionalmente due volte all'anno e spesso venivano pascolati prima o dopo lo sfalcio. Dagli anni 1950 quasi tutti sono stati convertiti in prati intensivi oppure, in misura minore, in campi coltivati o superfici costruite. Oggi nell'Altopiano svizzero esistono soltanto residui di questi prati, che rappresentano al massimo il 2 % della superficie agricola utile (Bosshard 2015). Di conseguenza, numerosi insetti sono stati privati delle risorse alimentari in vaste aree.

Pesticidi

I pesticidi sono prodotti fitosanitari ampiamente utilizzati in agricoltura, che mirano a ridurre le perdite quantitative e qualitative dei raccolti, agendo contro gli insetti parassiti (insetticidi), le piante concorrenti (erbicidi) e le infezioni fungine (fungicidi) (Dudley & Alexander 2017). Queste sostanze sono spesso ad ampio spettro e quindi non specifiche, perciò eliminano o danneggiano anche altri organismi. Mentre gli insetticidi di solito danneggiano immediatamente gli insetti in generale, gli erbicidi riducono soprattutto l'offerta di piante ospiti da cui gli insetti dipendono (Marshall et al. 2003). Il loro habitat viene quindi modificato in modo tale da minacciarne le popolazioni (Theiling & Croft 1988; Brittain et al. 2010; Geiger et al. 2010; Henry et al. 2012).

Sono conosciuti anche casi di danni diretti agli insetti causati da erbicidi (cfr. per es. Straw et al. 2021). Anche basse concentrazioni di insetticidi non letali o l'effetto combinato di diversi principi attivi possono avere conseguenze molto negative sulla fisiologia, il comportamento, la riproduzione e lo sviluppo degli insetti (Hayes & Hansen 2017). I pesticidi possono danneggiare gli organismi non bersaglio non soltanto all'interno delle zone trattate, ma anche nelle vicinanze o addirittura a una certa distanza tramite l'acqua o il vento, soprattutto nei corsi d'acqua e ai margini dei boschi (Egan et al. 2014; Doppler et al. 2017; Spycher et al. 2018). L'impiego dei pesticidi è quindi attualmente considerato come una delle principali cause del declino degli insetti (Geiger et al. 2010; Brühl & Zaller 2019; Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019). Esso può inoltre potenziare l'azione di altri fattori, come

la distruzione o la diminuzione della qualità degli ambienti e l'emissione di altri inquinanti (Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019).

In questi ultimi anni, l'interesse si è soprattutto focalizzato sugli insetticidi della categoria dei neonicotinoidi (Mitchell et al. 2017) e sul fipronil (Pisa et al. 2015, 2017; Simon-Delso et al. 2015; Wood & Goulson 2017). Il declino delle farfalle in Gran Bretagna e degli insetti e uccelli insettivori in Olanda è stato correlato direttamente all'impiego di neonicotinoidi (Hallmann et al. 2014; Gilburn et al. 2015). Tuttavia, gli insetti hanno cominciato a scomparire molto prima dell'introduzione di queste sostanze (per es. le farfalle diurne e notturne in Gran Bretagna; Pollard & Yates 1993; Conrad et al. 2004) e anche in zone in cui esse non venivano impiegate.

Gli insetti possono subire danni anche a causa dei biocidi e di altri prodotti veterinari antiparassitari usati sul bestiame e che entrano nell'ambiente attraverso le emissioni dirette o tramite lo spargimento di liquami e letame (Lumaret et al. 1993; Verdù et al. 2018; Schoof & Luick 2019; Tonelli et al. 2020). Alcune sostanze restano attive negli escrementi per diverse settimane dopo la somministrazione e hanno, per esempio, un impatto negativo sulle specie di insetti che partecipano alla decomposizione del materiale organico come gli escrementi (per es. scarabei stercorari o insetti coprofagi).

Meccanizzazione

Nei prati, l'utilizzo di falciatrici-autocaricanti e altri macchinari moderni per la raccolta del foraggio, in particolare i condizionatori del foraggio fresco, provoca la morte di un numero elevato di insetti (Humbert et al. 2009). L'efficacia di questi macchinari permette di falciare superfici molto vaste in poco tempo, senza però lasciare agli insetti un luogo in cui rifugiarsi.

È problematico anche l'uso di erpici rotanti e di altri macchinari come coltivatori rotativi, erpici a dischi e impagiatrici. Nelle regioni di montagna come le Alpi e il Giura, questi macchinari stanno distruggendo sempre più le microstrutture (Apolloni et al. 2017) da cui dipendono molte specie di insetti. Inoltre, sulle superfici livellate meccanicamente vengono spesso seminate miscele povere di fiori che non offrono alcun cibo agli insetti. Sebbene l'uso di questi macchinari sia in parte vietato, vengono concesse molte deroghe.

Irrigazione

L'irrigazione su vasta scala dei prati e dei pascoli secchi – soprattutto tramite impianti di irrigazione – combinata a una gestione già intensiva, cambia radicalmente la struttura e la natura della vegetazione dei prati, permettendo un maggior numero di sfalci e talvolta anche il ricorso a nuove tecniche di raccolta che favoriscono l'insilato (Jeangros &

Bertola 2001; Riedener et al. 2013; Graf et al. 2014). Se gli impianti non vengono installati o utilizzati con attenzione, ne possono risentire anche le strutture circostanti (cumuli di pietre, muri a secco, siepi) e le superfici protette adiacenti (prati secchi, praterie steppiche). L'irrigazione di prati e pascoli secchi può quindi peggiorare notevolmente gli habitat degli insetti, mentre l'irrigazione tradizionale a goccia, al contrario, può aumentarne la diversità (Volkart 2008).

Pascolo con pecore al di sopra del limite naturale del bosco

Oggi il pascolo ovino al di sopra del limite naturale del bosco ha un impatto molto negativo sulla biodiversità. La vegetazione delle superfici pascolate intensivamente è molto degradata, con relative conseguenze per la fauna entomologica alpina (Hans-Peter Wymann, comunicazione personale).

5.1.2 Bosco

Durante gli ultimi 15–200 anni, il bosco è cambiato molto sia qualitativamente che quantitativamente (Scheidegger et al. 2010). Alcuni insetti ne hanno approfittato (come per es. alcune specie del legno morto), altre invece no (per es. le specie dei boschi radi). Oltre alla produzione di legname da costruzione e riscaldamento, i boschi un tempo servivano anche come pascolo, per la produzione di foraggio, la raccolta di stame e l'estrazione di sostanze attive come il tannino e la resina (Stuber & Bürgi 2011). La diversità di queste pratiche silvicole ha portato alla nascita di boschi eterogenei e radi. In seguito allo sfruttamento intensivo, fino a metà del XX secolo, nei boschi non vi era quasi più legno vecchio e legno morto. Venivano utilizzati persino i rami e gli alberi secchi. Quando la domanda di legname diminuì, il legno sparso veniva raccolto spesso per puro senso dell'ordine (Lachat et al. 2019). L'abbandono delle pratiche tradizionali e il passaggio alle fustaie portarono a un'omogenizzazione e all'oscuramento dei boschi.

Fino ad oggi, l'evoluzione della diversità entomologica del bosco è stata meno studiata rispetto a quella degli ambienti aperti (Scherber et al. 2019; Seibold et al. 2019; Knoblauch et al. 2020). Alcuni studi condotti in Germania suggeriscono che il declino degli insetti sia più lento nel bosco che nei prati (Seibold et al. 2019), ma comunque chiaramente misurabile. Knoblauch et al. (2020) stimano che la situazione nei boschi svizzeri sia però migliore. Gli autori fondano quest'ipotesi sulla presenza di una lunga tradizione di selvicoltura naturalistica, che contribuisce in generale alla salvaguardia di una maggiore diversità. Un'altra differenza rispetto alla Germania è il divieto generale per l'uso di fertilizzanti e pesticidi nei boschi svizzeri (con l'eccezione del trattamento del legname abbattuto e accatastato nei rispettivi depositi, per il quale è necessario un permesso cantonale).

Legno vecchio e legno morto

Negli ultimi decenni, la provvigione legnosa e il volume di legno morto sono di nuovo aumentati, soprattutto grazie alla selvicoltura naturalistica. Ciononostante mancano le popolazioni vecchie, comparabili alle foreste primarie, che offrono preziosi habitat a numerosi insetti dei boschi. Proprio il legno morto, in quantità e diversità sufficienti, svolge un ruolo essenziale per la sopravvivenza di numerose specie xilobionte (Lachat et al. 2019). Malgrado la crescita documentata del volume di legno morto in Svizzera dagli anni 1980 (Brändli et al. 2020), il 46 % delle specie di coleotteri xilobionti delle quattro famiglie studiate è considerato minacciato (Monnerat et al. 2016). Sono fortemente minacciate soprattutto le specie esigenti che necessitano di molto legno morto di grande diametro.

Alcuni indizi mostrano che in Svizzera la biomassa degli insetti xilobionti sta aumentando. L'incremento del volume di legno vecchio e legno morto è importante anche per la maggior parte delle specie di picchi, che cercano il cibo di preferenza nel legno morto (larve di insetti). Delle otto specie di picchio che nidificano regolarmente in Svizzera, sei presentano un'evoluzione positiva degli effettivi. Questa tendenza potrebbe essere favorita anche da altri fattori, come i cambiamenti climatici (Mollet et al. 2009; Lachat et al. 2019).

Boschi più scuri

Se paragonati alle forme tradizionali di gestione forestale, gli attuali boschi dominanti ad alto fusto con la loro abbondante provvigione legnosa offrono un habitat troppo scuro per gli insetti eliofili e termofili. Queste specie infatti soffrono della mancanza di fasi luminose (fasi pioniere rade e fasi finali con molto legno morto) e delle conseguenze dovute alla gestione intensiva delle superfici rade a partire dalla seconda metà del XX secolo (Imesch et al. 2015). Ad esempio, l'abbandono del bosco ceduo e il conseguente infittimento del bosco nel Thurauen ha provocato una netta diminuzione della diversità e delle specie di farfalle diurne (più del 35 %) e della loro frequenza (circa il 90 %) (Schiess & Schiess-Bühler 1997).

5.1.3 Acque

I corsi e gli specchi d'acqua con le loro rive figurano tra gli ambienti più ricchi di specie della Svizzera. Ricoprono soltanto dal 2 al 3 % della superficie del Paese ma, con le loro zone di transizione verso la terraferma (per es. le zone golenali), ospitano oltre l'80% di tutte le specie della Svizzera, tra cui una gran parte degli insetti (Altermatt 2020).

Perdita di habitat

Dal 1850 in poi l'uomo cominciò a modificare profondamente la fitta e ramificata rete di torrenti e fiumi, con lo scopo di ottenere terreni e proteggersi dalle inondazioni.

La maggior parte dei corsi d'acqua furono trasformati in canali, separati dai terreni tramite un'arginatura di massi; molti ruscelli furono incanalati (Altermatt 2020). Inoltre, lo sfruttamento idroelettrico ha trasformato i corsi d'acqua in una serie di bacini idrici e causato il prosciugamento di molti torrenti di montagna. Le centrali idroelettriche e le chiuse provocano piene artificiali, che influiscono negativamente sull'idroecologia.

Qualità dell'acqua

Nell'ambito dell'Osservazione nazionale della qualità delle acque superficiali (NAWA), dal 2018 vengono analizzati anche i piccoli corsi d'acqua. Una valutazione di tutti i dati raccolti finora sul macrozoobenthos (invertebrati acquatici visibili a occhio nudo che vivono sul fondo delle acque), rivela che più della metà delle acque correnti presenta un indice di qualità biologica insufficiente e quindi non soddisfa le esigenze dell'ordinanza sulla protezione delle acque (BAFU 2020). Questa situazione influisce negativamente sugli insetti che vi vivono (Burdon et al. 2019).

L'ampliamento degli impianti di depurazione delle acque reflue ha però permesso di migliorare significativamente la qualità delle acque in Svizzera a partire dagli anni 1990 e di ristabilire un livello naturale di contenuto di fosforo, con grandi benefici per gli insetti acquatici (van Klink et al. 2020a). Tuttavia, gli effetti dell'eutrofizzazione dei laghi, come ad esempio la mancanza di ossigeno nelle acque profonde, persistono tuttora e sono in parte irreversibili (Vonlanthen et al. 2012; Kiefer et al. 2020). Analogamente, anche il contenuto di nitrati delle acque superficiali supera ancora i valori limite nel 15–20 % di tutte le stazioni di misurazione, soprattutto nei piccoli corsi d'acqua in cui scorre una grande quantità di acque reflue o il cui bacino idrografico presenta molti terreni agricoli (Guntern et al. 2020).

Le acque sono inoltre altamente contaminate da microinquinanti provenienti soprattutto dall'agricoltura (prodotti fitosanitari, antibiotici; Doppler 2017; Spycher 2019) e dalle zone urbane (prodotti fitosanitari, biocidi, antibiotici, sostanze in tracce provenienti dai prodotti di uso quotidiano come medicinali, detersivi e prodotti per la cura del corpo). Il contenuto di microinquinanti può essere molto elevato nei corsi d'acqua (Doppler et al. 2020; Guntern et al. 2021), in particolare quando nel bacino idrografico vi sono principalmente terreni agricoli (soprattutto colture di cereali e colture permanenti) o quando contengono un'alta percentuale di acque provenienti da impianti di depurazione. Diverse sostanze attive possono danneggiare gli organismi acquatici già a basse concentrazioni (Rösch et al. 2019; Doppler et al. 2020).

5.1.4 Ambiente urbano

Dagli anni 1930 in avanti sono aumentate notevolmente l'urbanizzazione e la frammentazione del paesaggio (Jaeger & Schwick 2014). Tra il 1985 e il 2009, la superficie di insediamento in Svizzera è aumentata di 0,8 m² al secondo, ovvero un aumento di 585 km² o del 24 % (Statistica svizzera della superficie, dati 1979/1985, 1992/1997, 2004/2009). La forte espansione dell'ambiente urbano è imputabile principalmente alla crescita demografica, a una maggiore mobilità individuale, che richiede la costruzione costante di nuove strade, e a un accresciuto bisogno di spazi abitativi. È importante sottolineare che l'urbanizzazione è cresciuta in proporzione eccessiva rispetto alla crescita demografica (1935–2002: crescita demografica 17 %, crescita dell'ambiente urbano 155 %; cfr. Jaeger & Schwick 2014).

L'impermeabilizzazione del suolo causa una perdita permanente di habitat, sia in seguito all'aumento che alla densificazione della superficie di insediamento. Così, molte api e vespe scavatrici non trovano più suolo nudo appropriato per costruire il proprio nido. Nei giardini e negli spazi verdi spesso non ci sono più abbastanza piante autoctone che possano offrire cibo agli insetti. Spesso inoltre questi spazi sono gestiti con macchinari dannosi per gli insetti, come ad esempio soffiatori e decespugliatori. La tendenza degli ultimi anni ad allestire giardini rocciosi aggrava ancora di più questa situazione. Infine, in molti spazi verdi privati o comunitari vengono utilizzate quantità di pesticidi e di concime incompatibili con la sopravvivenza di un'alta densità di insetti.

Ciononostante, le zone periurbane possono ospitare molte specie di insetti. Viste le condizioni ambientali particolari, queste specie hanno però esigenze e caratteristiche ecologiche molto simili: si tratta spesso di specie tendenzialmente generaliste, molto mobili e che tollerano piuttosto bene le alte temperature. Tuttavia, gli spazi verdi particolarmente ricchi di strutture, le superfici ruderali e i parchi con vecchi alberi cavi possono essere ambienti preziosi per alcune specie rare e minacciate (Ives et al. 2015; Hall et al. 2017).

Per alcune specie di insetti l'ambiente urbano può anche sostituire ambienti oggi introvabili nel paesaggio aperto gestito in modo intensivo. Così i tetti piatti verdi, le zone ruderali lungo le vie di comunicazione o i giardini naturali migliorano non soltanto la qualità di vita della popolazione urbana, ma sono anche interessanti per gli insetti quali habitat e punti di collegamento tra habitat (Braaker et al. 2014).



Gli anisotteri, al contrario delle damigelle, quando sono a riposo non possono ripiegare le ali sul corpo. Il **cardinale alifasciate** (*Sympetrum pedemontanum*), qui a riposo, è oggi ancora presente in Svizzera, soprattutto nei laghi delle Prealpi e lungo i corsi d'acqua. In molte regioni questa specie è però scomparsa a causa della diminuzione del suo habitat e della degradazione della qualità degli ambienti restanti.

5.1.5 Ambienti seminaturali

Negli ultimi secoli, molti ambienti naturali o seminaturali tipici e caratteristici della Svizzera hanno subito pesanti perdite (Lachat et al. 2010). Sono diminuite di conseguenza anche le popolazioni delle specie che ne dipendono, molte delle quali sono oggi in pericolo o minacciate di estinzione. Per proteggere gli habitat degli animali e dei vegetali minacciati, sono stati istituiti gli inventari nazionali dei biotopi per cinque tipi di ambiente: torbiere alte e di transizione, paludi, zone golenali, siti di riproduzione degli anfibi, prati e pascoli secchi. Le principali superfici di questo tipo rimaste sono protette in quanto biotopi di importanza nazionale e ricoprono in totale il 2,2 % del territorio svizzero. Rappresentano le zone prioritarie dell'infrastruttura ecologica, una rete nazionale costituita da ambienti di valore ecologico non ancora attiva ma in progettazione. Come constatato dal monitoraggio della protezione degli habitat in Svizzera, la qualità ecologica sta diminuendo in molti dei biotopi di importanza nazionale (Bergamini et al. 2019).

Le specificità di molti dei siti di grande valore oggi giorno protetti possono essere salvaguardate soltanto tramite misure di gestione appropriate (gestione delle zone protette). Queste misure sono spesso pensate specialmente per la conservazione di alcuni organismi specifici, come orchidee, rettili o alcuni uccelli nidificanti, ma raramente per le comunità di insetti. D'altra parte, negli ultimi decenni, il pascolo estensivo che manteneva alcuni habitat è stato in molti casi sostituito dalla falciatura, che non corrisponde però più al regime di gestione originario e viene effettuata contemporaneamente su regioni intere, privando molti insetti dei rifugi necessari alla sopravvivenza (Balmer 1999; Balmer & Erhardt 2000).

Effettuata in modo inappropriato, spesso anche in zone protette, la falciatura ha conseguenze negative per molte specie di insetti. Oltre ad uccidere direttamente gli insetti (Frick & Fluri 2001; Humbert et al. 2010), elimina in un colpo solo le risorse alimentari di tutti gli insetti che si cibano di tessuti vegetali o nettare (per es. ortotteri, farfalle, cicale). Numerose specie non trovano quindi più le piante ospiti sulle quali deporre le uova oppure le loro larve vengono decimate, e perciò le popolazioni si indeboliscono ogni anno di più (Di Giulio et al. 2001; Nickel et al. 2016).

A lungo termine, anche l'abbandono o l'incuria dei terreni può influire negativamente sulla fauna entomologica, poiché le successioni naturali verso il bosco portano a un graduale cambiamento delle comunità e a una riduzione della loro diversità di specie. Le prime a scomparire sono le specie di insetti associate alla vegetazione bassa e rada e al suolo nudo. Questi effetti sono stati studiati in particolare per le farfalle (Baur et al. 2006; Nilsson et al. 2008; Stefanescu et al. 2009).

5.2 Fattori di influenza trasversali

Ai fattori che influiscono sugli insetti in alcuni precisi ambienti si sommano i fattori trasversali concernenti gli ambienti nel loro insieme. Combinati ai fattori già menzionati, possono in alcuni casi aumentare ulteriormente la pressione sulle popolazioni di insetti.

5.2.1 Frammentazione degli habitat

La crescente frammentazione degli ambienti naturali o seminaturali limita, rispettivamente elimina, le connessioni tra gli habitat favorevoli e influenza gli spostamenti degli insetti. Di conseguenza, diminuiscono gli scambi di individui (Baur et al. 2005; Fischer & Lindenmayer 2007; Fletcher et al. 2018) e quindi anche gli scambi genetici all'interno o tra le popolazioni colpite (dinamica delle metapopolazioni; Hanski 1999; Eichel & Fartmann 2008; Stuhldreher & Fartmann 2014). Inoltre diventa più difficile la colonizzazione di nuove superfici (Knop et al. 2011).

A lungo termine, la frammentazione del paesaggio può causare un impoverimento genetico delle popolazioni (Schoville et al. 2013; Rochat et al. 2017) e una minore adattabilità delle specie all'evoluzione dell'ambiente (Poniatowski & Fartmann 2010; Poniatowski et al. 2018). Così, per esempio, l'impoverimento genetico, unito a spostamenti casuali e non adattati delle frequenze alleliche o alla fissazione di geni dannosi in determinati siti del genoma, hanno contribuito al declino della farfalla *Briseide* (*Chazara briseis*) nella Boemia settentrionale (Kadlec et al. 2010). Anche le specie sedentarie specializzate dipendono dal rimescolamento genetico tra popolazioni, e possono regredire, rispettivamente scomparire localmente, se lo scambio di individui tra le loro popolazioni è troppo limitato (Thomas 2016). Anche le specie moderatamente specializzate, molto diffuse in passato, possono soffrire dell'isolamento crescente del loro habitat ed estinguersi localmente, perché non sono adattate a sopravvivere in piccole popolazioni isolate. Questo può spiegare la scomparsa apparentemente casuale nelle zone protette di specie che in passato erano diffuse in grandi metapopolazioni (Augenstein et al. 2012; Filz et al. 2013; Habel et al. 2016).

La frammentazione compromette anche gli spostamenti necessari alla sopravvivenza degli insetti, sia durante la giornata, come ad esempio tra luoghi di nidificazione e di nutrimento (Ganser et al. 2020), sia nel corso del ciclo di sviluppo. Inoltre, in seguito al riscaldamento globale (cfr. capitolo 5.2.3), l'interconnessione degli ambienti diventerà sempre più importante per la sopravvivenza di molte specie di insetti. Infatti, è stato dimostrato che lo spostamento delle aree di diffusione delle specie come conseguenza dei cambiamenti climatici, è spesso limitato da un'insufficiente connessione degli habitat nei paesaggi



La mantide religiosa (*Mantis religiosa*) è un insetto termofilo e in Svizzera è presente soprattutto a sud (regione di Ginevra, Vallese, Ticino). A Nord delle Alpi vivono soltanto popolazioni locali in siti climaticamente adatti, in particolare nel nord-ovest del Paese e nella regione del lago di Biemme. La mantide religiosa è l'unica rappresentante dei mantoidei in Europa centrale. Cacciatrice ben mimetizzata, si nutre nei prati secchi di altri insetti e di ragni.

frammentati (Platts et al. 2019). Questa situazione concerne anche quelle specie mobili che non reagiscono rapidamente all'aumento delle temperature e non riescono perciò a migrare verso zone con condizioni ambientali migliori (Devictor et al. 2012; Termaat et al. 2019).

5.2.2 Apporto atmosferico di azoto

In Svizzera, il ciclo dell'azoto è arricchito soprattutto dalle importazioni di foraggio e fertilizzanti, dalle emissioni di ammoniaca provenienti dall'allevamento e dalle emissioni di ossidi d'azoto risultanti dai processi di combustione. Così, circa il 70 % degli inquinanti atmosferici ricchi di azoto proviene dall'agricoltura, il 18 % dai trasporti, il 9 % dall'industria e dalle attività artigianali e il 3 % dalle economie domestiche (Guntern et al. 2020). In grandi zone dell'Altopiano e del Giura, sono stati superati i carichi (da 5 a oltre 30 kg all'anno per ettaro) e i valori limite critici di azoto (critical loads) che, secondo le conoscenze attuali, danneggiano gli ecosistemi. Quasi tutte le torbiere alte, tre quarti delle paludi, quasi nove decimi dei boschi e un terzo dei prati e pascoli secchi ricevono troppo azoto atmosferico (Rhim & Künzle 2019).

Gli apporti eccessivi di azoto (come la fertilizzazione mirata nell'agricoltura, cfr. capitolo 5.1.1, fertilizzanti) incidono in modo negativo sugli insetti soprattutto indirettamente, in particolare a causa del cambiamento nella composizione e nella struttura della vegetazione risultante dalla maggiore crescita delle piante, dall'alterazione del microclima e dal diverso utilizzo delle superfici (per es. regime di falciatura più intensivo) (Guntern et al. 2020). In particolare, alle piante a fiore subentrano le graminacee (Stevens et al. 2004). La diminuzione della diversità della vegetazione causa una riduzione della disponibilità generale di nettare e polline per gli insetti bottinatori, ma anche della frequenza di piante nutrici (spesso rare) per numerose larve erbivore di insetti (Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019). Globalmente, le specie di insetti impollinatrici sono quindi più colpite dagli apporti eccessivi di azoto rispetto alle specie che non impollinano. Allo stesso modo, le specie che dipendono da una o da poche specifiche piante nutrici per le proprie larve (= monofaghe rispettivamente oligofaghe) sono più colpite rispetto alle specie, le cui larve possono nutrirsi di numerose specie vegetali (= polifaghe) (Biesmeijer et al. 2006; Öckinger et al. 2006). È molto probabilmente a causa di queste dipendenze ecologiche che, in alcune regioni d'Europa, le specie impollinatrici sono diminuite in seguito al calo delle piante entomogame (Goulson et al. 2005; Biesmeijer et al. 2006).

Un'analisi comparativa del MBD dei dati relativi alla diversità specifica delle piante vascolari e delle farfalle, suggerisce che un aumento dei depositi di azoto può causare una perdita netta della diversità delle farfalle (Roth et al.

2021a). Gli effetti negativi più gravi si constatano per le specie di farfalle già minacciate.

La maggior parte delle specie europee di farfalle è sensibile agli apporti elevati di azoto, sia per spargimento diretto che per deposito atmosferico. Così, le farfalle tipiche dei prati e dei pascoli magri subiscono una diminuzione della frequenza relativa (Habel & Schmitt 2018) e, in alcune regioni, possono anche estinguersi localmente in seguito ad apporti di azoto più elevati (Van Swaay et al. 2010). Le conseguenze dirette o indirette della grande disponibilità di azoto sono minori nelle specie molto mobili, le quali producono più generazioni per anno grazie alla rapidità di sviluppo, sfruttano un ampio spettro di piante ospiti e hanno un tasso di riproduzione elevato (Wallis De Vries & van Swaay 2017).

È raro che le specie specializzate traggano beneficio da grandi apporti di azoto. Sono un'eccezione quelle specie che dipendono da piante nutrici che crescono su suoli ricchi di nutrienti, come l'occhio di pavone (*Aglais io*) e la vanessa dell'ortica (*Aglais urticae*), i cui bruchi si nutrono esclusivamente di ortica (*Urtica*), e la maniola comune (*Maniola jurtina*), i cui bruchi si sviluppano su diverse specie di graminacee.

5.2.3 Cambiamento climatico

In Svizzera, il cambiamento climatico sta causando un netto aumento delle temperature. Dall'inizio delle misurazioni nel 1864, la temperatura annuale media dell'aria è aumentata di 1,8 °C. Di conseguenza, anche la temperatura media dell'acqua nei corsi d'acqua è aumentata notevolmente, come ad esempio quella del Reno all'altezza di Basilea, che dagli anni 1950 è salita di quasi 3 °C (Baur 2021). Inoltre, si stanno moltiplicando gli eventi estremi come i periodi di siccità, le tempeste, le forti precipitazioni, ecc. (IPCC 2013).

Il riscaldamento globale modifica gli ecosistemi (Woodward et al. 2010; Burrows et al. 2011) e influisce sugli organismi che vi vivono (Forister et al. 2010). Le conseguenze ecologiche sono molteplici (Walther et al. 2002; Ripple et al. 2019). Ne conseguono spostamenti degli areali delle specie (Chen et al. 2011), cambiamenti fenologici per cui, ad esempio, la data di fioritura di una pianta e la stagione di volo dei suoi impollinatori non coincidono più perfettamente (Forrest 2016), interazioni tra specie prima separate (Krosby et al. 2015), estinzioni locali (Dirzo et al. 2014) ed effetti a cascata imprevedibili a diversi livelli degli ecosistemi (Peñuelas et al. 2013; Scheffers et al. 2016).

Gli sconvolgimenti ecologici dovuti al cambiamento climatico non sono stati descritti soltanto per alcune specie di insetti, ma anche per gruppi interi e per le loro interazioni con altri gruppi di organismi (McLaughlin et al.

2002; Kerr et al. 2015; Soroye et al. 2020). Essendo animali ectotermi, numerosi insetti beneficiano in linea di principio dell'aumento delle temperature. Alcune specie termofile possono quindi stabilirsi più facilmente a maggiori latitudini o altitudini, mentre altre specie possono produrre più generazioni per anno, aumentando le dimensioni delle loro popolazioni. È il caso di diverse specie di libellule e farfalle, che qualche anno fa producevano solo una generazione all'anno, mentre ora ne producono sempre più spesso due. Non tutti i predatori riescono ad approfittare di questa nuova dinamica demografica. Per esempio, molti passeriformi insettivori migrano in autunno verso i quartieri invernali, mentre le loro prede sono di nuovo abbondanti.

Nelle Alpi, il cambiamento climatico modifica in modo importante la distribuzione altitudinale di alcune specie di insetti: le specie termofile e mesofile di pianura tendono a colonizzare zone a quote più elevate, mentre le specie criofile alpine, se hanno il tempo di adattarsi, nella migliore delle ipotesi vengono spinte ancora più in alto, verso habitat più piccoli e qualitativamente peggiori. È importante sottolineare che la Svizzera ha una particolare responsabilità per tutte quelle specie la cui zona di distribuzione mondiale è limitata all'Arco alpino (endemiche delle Alpi).

Oltre all'aumento delle temperature, ci sono altri aspetti dei cambiamenti climatici che possono influire sulle popolazioni entomologiche, per esempio la moltiplicazione degli eventi meteorologici estremi (Helmuth et al. 2014; Ma et al. 2014; Ewald et al. 2015), le condizioni meteorologiche più variabili (Janzen & Hallwachs 2019) o un minore innevamento in inverno (Harris et al. 2019). L'aumento delle temperature e/o la siccità possono anche ridurre la disponibilità del nettare e del polline, influenzando sulla dimensione delle popolazioni e il comportamento degli impollinatori (Phillips et al. 2018). L'evoluzione del regime delle precipitazioni incide sulla frequenza e la distribuzione delle piante, può quindi modificare le comunità vegetali e le comunità di insetti ad esse legate. In particolare sono colpite le specie erbivore e impollinatrici che dipendono da poche piante ospiti (Forister et al. 2015).

Gli insetti degli ambienti acquatici e umidi subiscono in modo particolare gli effetti del riscaldamento globale (Streitberger et al. 2016). Le loro larve, specialmente, sono adattate a determinati intervalli di temperatura e difficilmente tollerano i cambiamenti. Il riscaldamento delle acque diminuisce la disponibilità potenziale di habitat per le specie che prediligono l'acqua fredda. L'aumento delle temperature comporta anche una riduzione della quantità di ossigeno disciolto in acqua e, quindi, uno stress supplementare per gli organismi che vi vivono dovuto alla mancanza di ossigeno. Per molti insetti questo significa

un'importante diminuzione dell'assunzione di cibo e una simultanea accelerazione del metabolismo. Se persistono, queste condizioni possono uccidere le specie presenti (Reid et al. 2019). Inoltre, molti insetti acquatici hanno una capacità di dispersione limitata e/o devono confrontarsi con strutture edificate od ostacoli naturali, soprattutto in quota (Bush et al. 2013). Combinato con altri fattori (per es. il carico di inquinanti), il riscaldamento climatico può produrre effetti sinergici, che si rinforzano reciprocamente (Vaughan & Gotelli 2019). È per questo che le misure di miglioramento della qualità delle acque possono attenuare anche l'impatto dei fattori di stress legati al clima (Cardoso et al. 2020).

5.2.4 Specie esotiche invasive

Gli organismi introdotti dall'uomo intenzionalmente o accidentalmente in un dato territorio sono chiamati neobiota e possono influire in modo massiccio sulle popolazioni di insetti indigeni. Burghardt et al. (2010) hanno per esempio documentato un'influenza molto negativa delle piante esotiche (neofite) sulle specie di farfalle indigene. Le neofite, anche se imparentate con le indigene, forniscono ai bruchi cibo di qualità nettamente inferiore rispetto a quello offerto dalle piante ospiti indigene. Nella loro analisi di metadati, Schirmel et al. (2016) non citano nessun caso in cui le specie vegetali invasive abbiano avuto un effetto positivo sulle popolazioni animali indigene. Nel 56 % dei casi l'influenza delle neofite è negativa, mentre nel 44 % dei casi è valutata come neutra.

Fino ad oggi, in Europa centrale, l'incidenza delle specie di insetti esotiche sugli insetti indigeni è stata studiata soltanto caso per caso. Per esempio, la coccinella asiatica (*Harmonia axyridis*) non si nutre solo di larve di afidi ma anche di altri insetti dal corpo molle e di coccinelle indigene (Snyder et al. 2004), e quindi potrebbe potenzialmente causare una minore diversità delle comunità di coccinelle indigene. In seguito al cambiamento climatico e alla globalizzazione degli scambi commerciali, molte specie possono stabilirsi in regioni che non avrebbero potuto colonizzare naturalmente. In assenza di nemici naturali, possono prosperare e aumentare i propri effettivi in modo massiccio, concorrendo con alcune specie di insetti indigene o eliminandole. Le specie esotiche possono inoltre veicolare malattie alle quali le specie indigene non sono adattate e a causa delle quali possono venire decimate (Wittenberg et al. 2007).

La lotta contro le specie invasive è basata spesso sull'uso di pesticidi ad ampio spettro (cfr. cap. 5.1.1, pesticidi). Così, l'utilizzo di pesticidi contro la piralide del bosso (*Cydalima perspectalis*) può nuocere a numerosi altri organismi non bersaglio presenti sopra o nelle vicinanze dei bossi trattati.

5.2.5 Inquinamento luminoso

Con inquinamento luminoso si intende l'illuminazione artificiale del cielo notturno e l'impatto negativo della luce artificiale sull'essere umano e l'ambiente. Negli ultimi decenni, l'inquinamento luminoso è notevolmente aumentato in tutto il mondo (Owens & Lewis 2018; Gaston 2019). In Svizzera, tra il 1994 e il 1997, quindi in soli tre anni, le emissioni luminose sono aumentate di circa il 40 %, rimanendo poi stabili con leggere fluttuazioni fino al 2007, ed aumentando poi notevolmente dal 2007. La superficie di oscurità notturna è quindi diminuita molto nel nostro Paese (dal 30 % circa nel 1994 al 20 % nel 2012) e, soprattutto sull'Altopiano e nel Giura, le vaste zone naturalmente buie sono diventate rare.

Molti insetti volanti sono attirati dalle fonti di luce artificiale e allontanati dal loro habitat originario (Eisenbeis & Hänel 2009; Longcore et al. 2015). In un lasso di tempo relativamente breve, questo può causare una riduzione locale delle popolazioni di insetti (van Grunsven et al. 2020). Gli insetti attratti dalle fonti di luce artificiale diventano facili prede per pipistrelli, ragni e insetti predatori (Spoelstra et al. 2017). La luce agisce inoltre come ostacolo: attirando gli insetti, rallenta o ne impedisce la diffusione, e questo può incidere sulla diversità genetica delle popolazioni frammentate. La luce artificiale impedisce agli insetti di orientarsi correttamente, con il risultato che di notte si osserva fino al 64 % di bottinaggio in meno nei luoghi illuminati rispetto alle zone buie (Knop et al. 2017). Anche il comportamento riproduttivo (van Geffen et al. 2015) e l'inizio e la durata della diapausa (van Geffen et al. 2014) possono venire alterati, incidendo negativamente sulle popolazioni delle specie coinvolte.

Non si sa quanto l'inquinamento luminoso contribuisca alla scomparsa degli insetti (Conrad et al. 2006; Fox 2013; Grubisic et al. 2018; Owens & Lewis 2018; White 2018; Wilson et al. 2018). Alcuni studi dimostrano chiaramente che esso riduce la frequenza delle farfalle notturne (van Geffen et al. 2015, van Langevelde et al. 2018, Wilson et al. 2018). Però nelle zone con molto inquinamento luminoso si aggiungono spesso ulteriori fattori di stress (degradazione o distruzione degli habitat, dominanza delle neofite, impiego di pesticidi, emissioni di diversi inquinanti, ecc.), che hanno a loro volta un'incidenza negativa diretta o indiretta sulle popolazioni di insetti e di cui è estremamente difficile determinare l'influenza relativa.

Tabella 5.1 Fattori che minacciano gli ambienti e principali gruppi di insetti colpiti

Ambienti	Fattori di minaccia	Gruppi di insetti principalmente colpiti
Insieme degli ambienti	<ul style="list-style-type: none"> - Perdita e frammentazione degli habitat - Deposito di azoto - Cambiamenti climatici - Specie esotiche invasive 	Tutti i gruppi
Ambienti acquatici	<ul style="list-style-type: none"> - Correzione dei corsi d'acqua - Cambiamenti del regime sedimentario e di deflusso - Pesticidi e microinquinanti - Apporto di fosforo - Gestione dannosa per gli insetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Efemerotteri - Tricotteri - Libellule - Plecotteri - Ditteri
Rive e zone golenali	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemazione delle rive e regolazione delle acque - Cambiamenti del regime sedimentario e di deflusso - Gestione dannosa per gli insetti - Apporto di azoto, fosforo e pesticidi 	<ul style="list-style-type: none"> - Ortotteri - Libellule - Farfalle
Paludi e zone umide	<ul style="list-style-type: none"> - Drenaggi - Apporto di azoto, fosforo e pesticidi - Abbandono e avanzamento del bosco - Intensificazione dell'utilizzo 	<ul style="list-style-type: none"> - Ortotteri - Libellule - Farfalle
Rocce, ghiaioni, depositi fluviali e glaciali	<ul style="list-style-type: none"> - Avanzamento del bosco - Attività di svago puntualmente intense 	<ul style="list-style-type: none"> - Coleotteri - Farfalle
Superfici ghiaiose e pietrisco sotto il limite del bosco (superfici ruderali)	<ul style="list-style-type: none"> - Regolazione delle acque - Cambiamenti del regime sedimentario e di deflusso - Abbandono o utilizzo intensivo - Gestione dannosa per gli insetti - Attività di svago puntualmente intense 	<ul style="list-style-type: none"> - Imenotteri - Ortotteri - Coleotteri
Prati	<ul style="list-style-type: none"> - Regime di sfalcio e di pascolo - Tecniche di raccolta (tipo di macchinari, altezza del taglio) - Fertilizzazione eccessiva - Gestione uniforme estesa - Eliminazione delle strutture - Abbandono e avanzamento del bosco - Irrigazione dei prati secchi - Pesticidi 	<ul style="list-style-type: none"> - Imenotteri - Ortotteri - Coleotteri - Farfalle - Emitteri - Ditteri
Orli erbosi, megaforbietti, cespugli	<ul style="list-style-type: none"> - Gestione dannosa per gli insetti - Distruzione - Pesticidi 	<ul style="list-style-type: none"> - Imenotteri - Coleotteri - Farfalle - Emitteri
Boschi	<ul style="list-style-type: none"> - Infittimento dei boschi radi - Sfruttamento dei vecchi boschi - Raccolta di alberi interi 	<ul style="list-style-type: none"> - Coleotteri - Farfalle - Emitteri
Piantagioni, campi, colture	<ul style="list-style-type: none"> - Pesticidi - Tecniche di gestione e raccolta dannose per gli insetti - Eliminazione delle strutture - Concimazione eccessiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Imenotteri - Coleotteri - Farfalle - Emitteri
Ambiente urbano	<ul style="list-style-type: none"> - Compattazione, impermeabilizzazione dei suoli - Gestione dannosa per gli insetti (pesticidi, concimazione, uso di macchinari) - Assenza di strutture - Circolazione - Inquinanti - Inquinamento luminoso 	<ul style="list-style-type: none"> - Imenotteri - Ortotteri - Coleotteri - Farfalle - Emitteri - Ditteri



I tricoteri vengono considerati insetti acquatici, perché le loro larve si sviluppano nell'acqua. Le larve vivono in un astuccio che si costruiscono, e si nutrono essenzialmente di materia vegetale morta, in particolare di foglie morte. Questo esemplare adulto di *Oligostomis reticulata* appartiene al gruppo dei tricoteri che si sviluppano specialmente nelle acque delle torbiere e sono quindi fortemente minacciati.



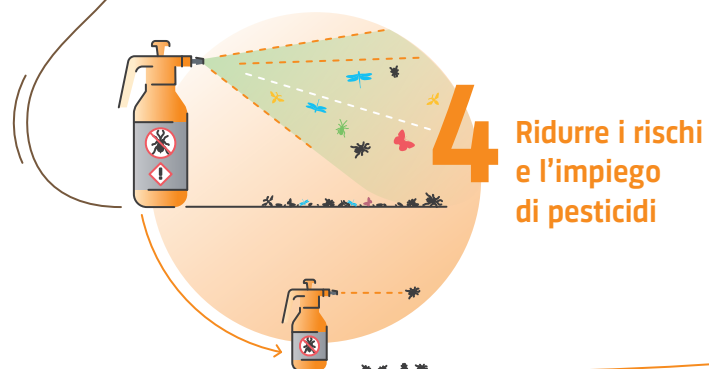
La cimice delle piante (*Graphosoma lineatum*) è una specie particolarmente vistosa appartenente alla famiglia dei pentatomidi, molto diffusa in Svizzera nei siti caldi. È spesso presente sulle ombrellifere (apiaceae), dove succhia i semi immaturi e si nutre di succhi vegetali. La foto mostra il tipico accoppiamento di questi animali. Come molte specie di cimice, possiede delle speciali ghiandole odorose in grado di secernere un liquido maleodorante che la protegge dai predatori.



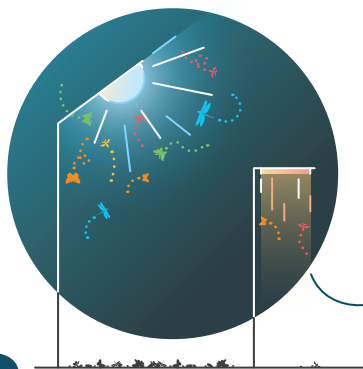
6 Programma in 12 punti per la conservazione e la promozione degli insetti in Svizzera

Le misure adottate fino ad oggi per preservare e promuovere le specie e gli ambienti in pericolo non bastano per salvaguardare a lungo termine la diversità entomologica in Svizzera. Il programma in 12 punti proposto in questo capitolo affronta in modo specifico le sfide sussistenti. Esso completa gli strumenti già disponibili e si concentra sulle cause identificate e scientificamente provate del declino degli insetti.

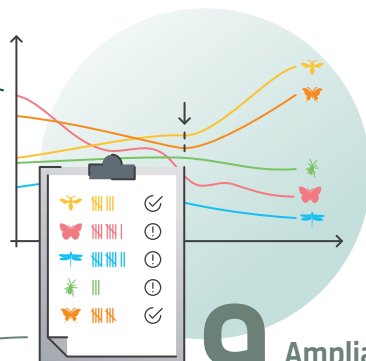
Tuttavia, il programma non tratta soltanto le cause della scomparsa degli insetti (punti 1-8) ma anche il monitoraggio e la ricerca (punti 9 e 10), la conoscenza delle specie e le competenze pratiche (punto 11), così come le importanti leve per mitigare le cause dirette e indirette della perdita di biodiversità (punto 12). I 12 punti si completano e rafforzano a vicenda. Per ottenere il massimo effetto possibile, è necessario affrontarli parallelamente e nella loro interezza.



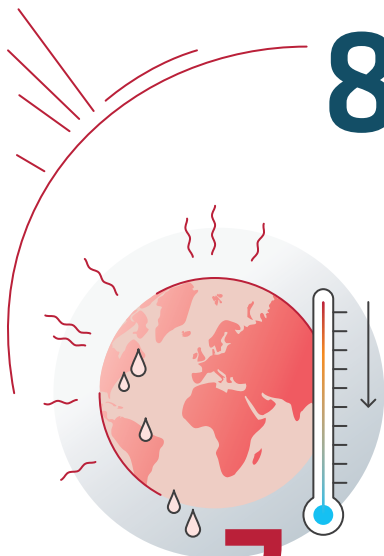
8 Ridurre l'inquinamento luminoso



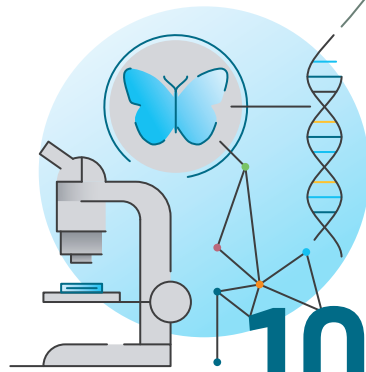
9 Ampliare il monitoraggio e il controllo dell'efficacia



7 Scongiorare il cambiamento climatico



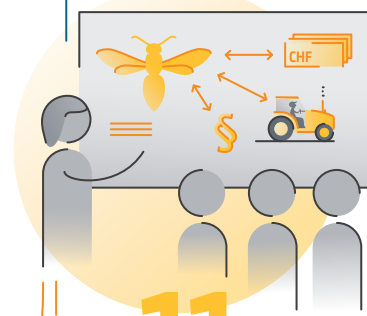
10 Intensificare la ricerca



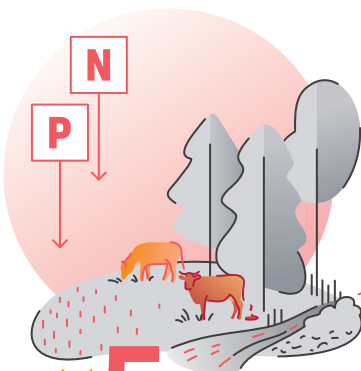
6 Adottare una gestione ambientale rispettosa degli insetti



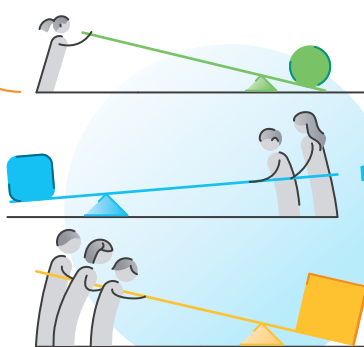
11 Migliorare la conoscenza delle specie e le competenze pratiche



5 Ridurre gli apporti di azoto e fosforo



12 Azionare le grandi leve





6.1 Identificare e preservare gli hotspot degli insetti

Gli ambienti preziosi per gli insetti continuano a scomparire - un'evoluzione che, attualmente, sta accelerando soprattutto in montagna. La conservazione degli hotspot esistenti deve avere quindi la priorità assoluta, in particolare quella degli hotspot entomologici al di fuori delle zone protette, come sorgenti non captate e altri tratti di corsi d'acqua seminaturali, prati ricchi di specie, boschi radi e alcune cave. Per molte specie sono vitali anche le piccole strutture come il terreno nudo, gli orli di vegetazione, gli steli perenni, i bordi di prati non concimati, i muri a secco, gli specchi d'acqua temporanei e gli ambienti umidi, il legno morto e i mucchi di rami, che devono perciò essere preservate. Questi hotspot entomologici (se non sono già noti), devono essere identificati e protetti dalla distruzione e da ogni possibile danno. La gestione del terreno rispettosa degli insetti deve essere mantenuta oppure ottimizzata.



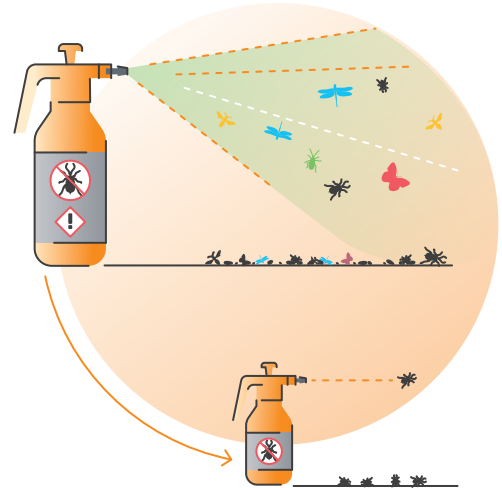
6.2 Valorizzare, collegare e creare nuovi habitat

Gli ambienti seminaturali di alta qualità attualmente presenti e la loro interconnessione non sono sufficienti per salvaguardare a lungo termine la biodiversità e la diversità degli insetti in Svizzera. Gli esperti ritengono che, a seconda dell'ambiente, sia necessario un aumento sostanziale della superficie esistente. Complessivamente, la conservazione della biodiversità dovrebbe essere prioritaria su almeno un terzo della superficie del Paese. Ciò significa che bisogna creare ulteriori habitat tramite la rivitalizzazione e, se necessario, con il ripristino. Gli habitat devono essere sufficientemente vasti e di buona qualità, ben distribuiti e interconnessi, in linea con l'infrastruttura ecologica prevista. In caso di carenze nelle zone protette quali torbiere, zone golenali, prati e pascoli secchi di importanza regionale o nazionale, si dovranno adottare misure di mantenimento che si concentrino principalmente sulla conservazione e il rafforzamento delle comunità di insetti. In generale, la cura delle zone protette dovrebbe essere maggiormente orientata alle esigenze degli insetti.



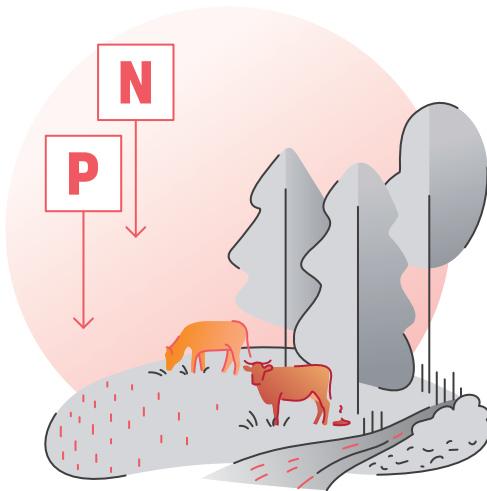
6.3 Realizzare misure mirate di promozione delle specie

Le zone protette, la rivitalizzazione degli habitat e una gestione in generale più rispettosa degli insetti non bastano per aiutare tutte le specie entomologiche. Alcune specie o alcuni gruppi di specie minacciati o per i quali la Svizzera ha una responsabilità internazionale, hanno bisogno di misure e progetti mirati alle loro esigenze ecologiche. Dove è riconosciuta la necessità di intervenire, si dovrebbero elaborare e valorizzare dei piani d'azione; negli altri casi bisogna invece valutare se occorre introdurre delle misure. Dato il gran numero di specie di insetti, è raccomandabile sviluppare piani d'azione comuni per le specie o i gruppi di specie con esigenze simili riguardo all'habitat.



6.4 Ridurre i rischi e l'impiego di pesticidi

I pesticidi (prodotti fitosanitari e biocidi) sono impiegati sia nell'agricoltura che negli ambienti urbani e in altri ambiti e possono danneggiare organismi non bersaglio al suolo, in acqua e in aria. Gli insetti soffrono in particolare dell'uso di insetticidi, ma anche di altri pesticidi (per es. gli erbicidi). Gli insetti vengono colpiti non solo nelle aree trattate con gli insetticidi, ma anche negli ambienti vicini, come riserve naturali o superfici per la promozione della biodiversità, e nelle acque. Sono già state introdotte diverse misure per ridurre i rischi associati all'uso dei pesticidi. Tuttavia, nelle acque i criteri di qualità ecotossicologica e le norme legali sono ancora spesso superati, anche per periodi prolungati. Per attenuare le ripercussioni indesiderate sugli insetti, è necessario ridurre l'impiego di pesticidi a rischio, le loro emissioni e la superficie trattata. A medio termine sarà importante sviluppare e usare sistemi di produzione agricola che dipendano il meno possibile dai prodotti fitosanitari, nonché alternative più rispettose dell'ambiente. Nelle aree urbane, il settore pubblico e quello privato devono essere incoraggiati a rinunciare ai pesticidi.



6.5 Ridurre gli apporti di azoto e di fosforo

I fertilizzanti azotati e il deposito quasi generalizzato di azoto atmosferico modificano la struttura e la composizione della vegetazione, riducendo così la qualità degli ambienti per numerosi insetti. Gli apporti atmosferici sono in parte attribuibili ai trasporti e all'industria, ma anche all'elevato numero di capi di bestiame, che producono grandi quantità di letame ed emissioni di ammoniaca. La riduzione del bestiame è il fattore chiave per la diminuzione degli apporti indesiderati di azoto atmosferico e del volume di letame prodotto.

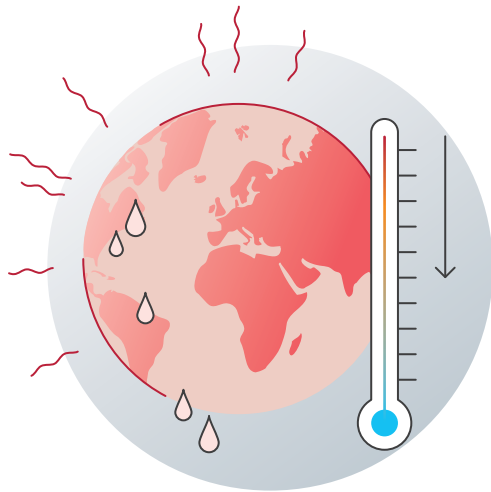
Il fosforo raggiunge il suolo e le acque tramite la fertilizzazione, provocando l'eutrofizzazione di laghi e stagni o rallentandone la rigenerazione. Il risultato è un danno alle biocenosi acquatiche.

Per diminuire le emissioni eccessive di azoto e di fosforo su grande scala, è importante adattare l'intensità della produzione agricola alla capacità produttiva delle superfici e alla capacità di carico ecologico del sito.



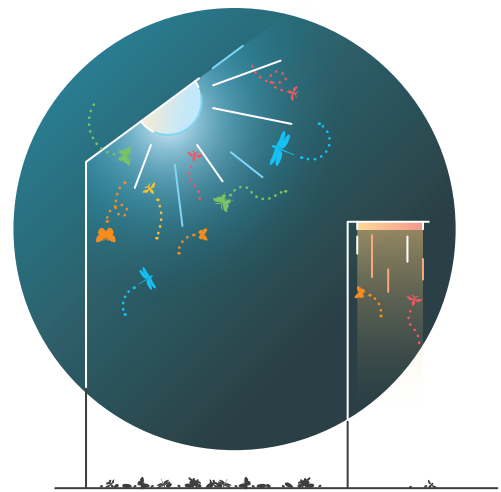
6.6 Adottare una gestione ambientale rispettosa degli insetti

Molte superfici utilizzate o poco utilizzate hanno un grande potenziale per gli insetti. È il caso delle linee ferroviarie, di strade e sentieri, di parchi e giardini urbani, ma anche di prati, pascoli e superfici di promozione della biodiversità in agricoltura. La frequenza e il periodo dello sfalcio e l'altezza del taglio, così come il metodo e l'intensità del pascolo, hanno una grande influenza sugli insetti. Per loro sono positivi gli sfalci scaglionati, i bordi ricchi di specie e fiori e, in alcuni casi anche il pascolo precoce e tardivo. Gli insetti che vivono al suolo o nello strato erbaceo beneficiano di una gestione estensiva. Evitando l'uso di macchinari per la gestione e la raccolta che distruggono strutture preziose, come falciatrici rotanti, condizionatori, insilatrici, soffiatori o erpici rotanti, si possono evitare pesanti perdite tra gli insetti e altri piccoli animali. Per questo motivo, dove possibile, si dovrebbero utilizzare tecniche rispettose degli insetti, anche negli spazi verdi pubblici e nei parchi e giardini privati. Nei boschi di produzione, le tecniche di gestione rispettose degli insetti assicurano tra l'altro un'offerta sufficiente di alberi-habitat e legno morto di varie età e qualità.



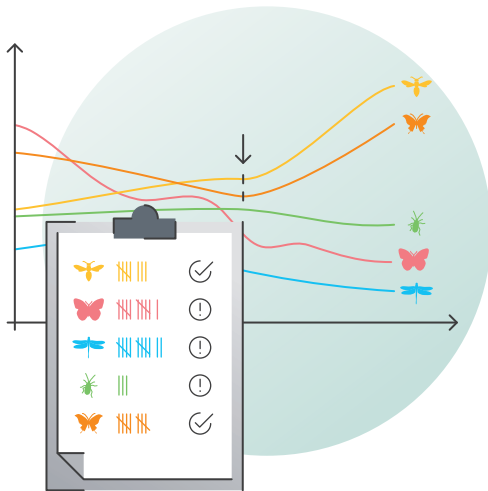
6.7 Scongiorare il cambiamento climatico

Oggi il cambiamento climatico è la terza causa principale di perdita della biodiversità nel mondo. A corto termine, alcune specie di insetti possono beneficiare del riscaldamento del clima ed estendere il loro areale di distribuzione: in particolare le specie termofile, quelle generaliste e i parassiti. Invece altre specie, soprattutto quelle specializzate e per le quali la Svizzera ha una grande responsabilità, diminuiscono perché il loro habitat scompare o si prosciuga (insetti acquatici), perché la competizione con le specie che traggono vantaggio dai cambiamenti climatici aumenta (le specie alpine sono svantaggiate) o perché le risorse alimentari si esauriscono. Misure dirette ed efficaci di protezione del clima, così come misure indirette per mitigare le ripercussioni dei cambiamenti climatici, sono quindi essenziali per salvaguardare la diversità entomologica.



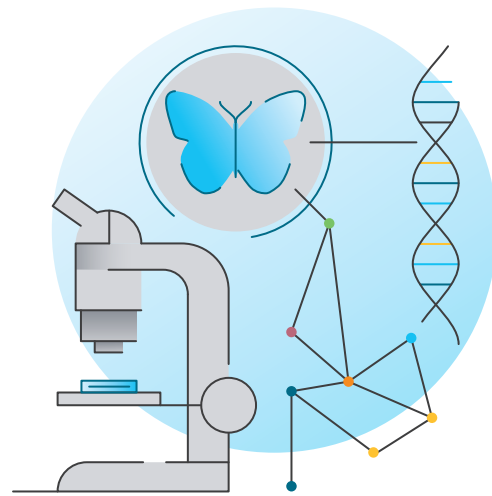
6.8 Ridurre l'inquinamento luminoso

Gli insetti notturni come le falene sono particolarmente sensibili ai cambiamenti dei cicli naturali luce-oscurità. Le fonti di luce artificiale attirano gli insetti volanti, li allontanano dal loro habitat e spesso ne causano la morte. Ridurre l'inquinamento luminoso è essenziale per proteggere gli insetti. La creazione di superfici e corridoi bui, la rimozione o lo spegnimento temporaneo delle fonti luminose superflue, la schermatura mirata delle fonti luminose e l'introduzione sistematica di lampade a LED con uno spettro luminoso rispettoso degli insetti possono contribuire ad attenuare gli effetti indesiderati prodotti dalle emissioni luminose sugli insetti.



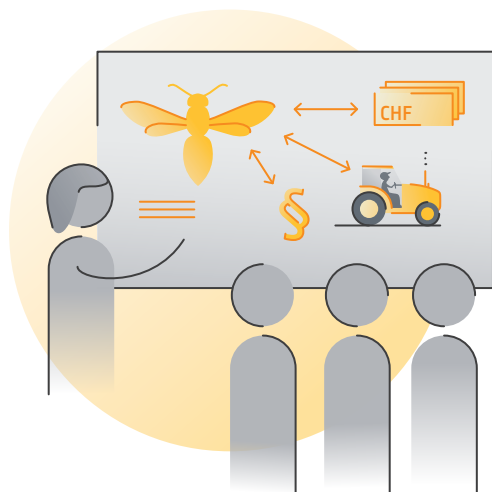
6.9 Ampliare il monitoraggio e il controllo dell'efficacia

A causa della loro estrema diversità, è una sfida enorme censire le specie di insetti, monitorare lo sviluppo delle dimensioni delle loro popolazioni e le superfici delle loro aree di distribuzione, studiare le loro esigenze riguardo all'habitat e i servizi ecosistemici che forniscono. Mancano studi sistematici su larga scala e a lungo termine sui diversi gruppi e specie di insetti e si sa poco sull'evoluzione a lungo termine della loro biomassa in Svizzera. Sarebbe necessario proseguire con i programmi di monitoraggio esistenti, rafforzarli scegliendo ulteriori gruppi di insetti e (nel limite del possibile) stimandone la biomassa. Gli insetti dovrebbero essere inclusi anche nel controllo dell'efficacia delle misure di promozione della biodiversità.



6.10 Intensificare la ricerca

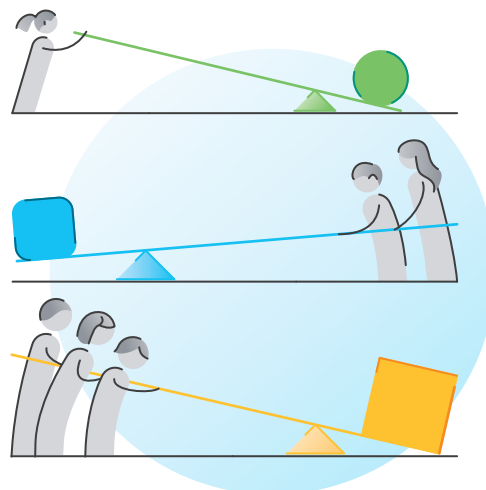
Lo stato e l'evoluzione della diversità di molti gruppi di insetti, così come i loro effettivi e il loro ruolo negli ecosistemi, non sono ancora abbastanza studiati. Mancano anche informazioni fondamentali sulla biologia e l'ecologia di numerose specie, sulla loro diversità, sulla loro adattabilità al cambiamento climatico e sulle eventuali azioni da intraprendere. Questo vale in particolare per le specie rare e minacciate, nonché per le specie di cui la Svizzera è particolarmente responsabile (soprattutto specie alpine ed endemiche).



6.11 Migliorare la conoscenza delle specie e le competenze pratiche

Gli insetti e i loro habitat vengono spesso degradati o distrutti in nome dell'ordine e della pulizia, per mancanza di interesse o per ignoranza. Manca innanzitutto la conoscenza delle specie, ma anche quella delle loro esigenze riguardo l'habitat e delle possibilità di preservare gli insetti. Per garantire un ricambio di specialisti, è necessario rafforzare la sistematica e la faunistica entomologica. Allo stesso tempo bisogna promuovere l'accesso dei giovani all'entomologia tramite un insegnamento più mirato, sia nelle scuole secondarie che nelle scuole professionali e nelle scuole universitarie professionali. È necessario ampliare la proposta di corsi di formazione iniziale e continua sui vari gruppi di insetti (conoscenza delle specie, ecologia, ecc.). Occorre inoltre creare strumenti innovativi e interessanti per l'identificazione di gruppi di insetti finora poco conosciuti.

È importante sviluppare corsi di sensibilizzazione e di perfezionamento che forniscano conoscenze e competenze sulle pratiche colturali rispettose degli insetti nella formazione dei professionisti del verde (agricoltura, selvicoltura, orticoltura, ecc.), degli addetti ai servizi di manutenzione comunali e cantonali e alla gestione delle aree protette, nonché di altri attori chiave della pianificazione urbana, della gestione delle infrastrutture e dello sviluppo immobiliare. Dovrebbero essere proposti corsi equivalenti anche per i privati. Infine dovrebbero essere raccolti, documentati e comunicati in modo stimolante degli esempi da seguire («best practice») per rafforzare le comunità urbane di insetti.



6.12 Azionare le grandi leve

Secondo la Piattaforma intergovernativa sulla biodiversità e i servizi ecosistemici (IPBES), per arrestare il declino della biodiversità e, di conseguenza, della diversità degli insetti, è indispensabile un cambiamento della società e dell'economia verso la sostenibilità e un consumo di risorse significativamente inferiore (IPBES 2019). A questo si associano nuove visioni per un futuro in cui la buona qualità di vita non sia più legata al consumo eccessivo di risorse.

Secondo l'IPBES, l'integrazione sistematica della biodiversità nell'elaborazione e nella regolare verifica delle leggi e dei programmi in tutti i settori politici, l'internalizzazione delle esternalità, e il riorientamento o la soppressione dei sussidi che danneggiano la biodiversità, rappresentano leve importanti che contribuiranno a mitigare le cause dirette e indirette del suo declino. Nell'inconscio collettivo, l'integrazione della biodiversità in tutte le aree e i settori importanti deve diventare una cosa ovvia.



La formica rossa dei boschi (*Formica rufa*) appartiene all'ordine degli imenotteri, ricco di specie. Quest'ordine di insetti annovera molte specie sociali (formiche, api, vespe) con una netta suddivisione del lavoro tra gli individui. La foto mostra due operaie in atteggiamento difensivo. Aiutandosi con l'acido formico proteggono il formicaio e la regina con la sua covata che si trovano all'interno.