



LIFE 4 POLLINATORS

COINVOLGERE LE PERSONE PER PROTEGGERE LE API SELVATICHE
E GLI ALTRI IMPOLLINATORI NEL MEDITERRANEO



**MANUALE PER
GESTORI DI PARCHI
NATURALI E AREE
PROTETTE**

MANUALE PER GESTORI DI PARCHI NATURALI E AREE PROTETTE



CREDITS

Questo manuale è stato redatto nell'ambito del progetto LIFE18 GIE/IT/000755 cofinanziato dal Programma LIFE dell'Unione Europea.

Autori:

Marta Galloni; Marta Barberis; Giovanna Dante – BiGeA, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Umberto Mossetti; Chiara Zagni – SMA, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Fabio Sgolastra; Martina Parrilli – DISTAL, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Laura Bortolotti; Marino Quaranta - CREA-AA

Theodora Petanidou; Jelle Devalez; Athanasia Chroni – University of the Aegean

Josè Maria Sanchez; Luis Navarro – Universidade de Vigo

Anna Traveset; Rafel Beltran Mas – Instituto Mediterraneo De Estudios Avanzados, IMEDEA- CSIC

Disegni:

Serena Magagnoli; Marta Barberis, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Xavier Canyelles Ferrà – Instituto Mediterraneo De Estudios Avanzados, IMEDEA- CSIC

Grafica e impaginazione: Elise Maria Keller BiGeA, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Beneficiario Coordinatore: Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Bologna, Italia



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Universida deVigo



www.life4pollinators.eu



INDICE

7	.....INTRODURRE IL CONCETTO DI IMPOLLINAZIONE E IMPOLLINATORI
7	.....CHE COSA E' L'IMPOLLINAZIONE?
8	.....PERCHÉ GLI IMPOLLINATORI VISITANO I FIORI?
9	.....CAPIRE IL CONTRIBUTO DEGLI IMPOLLINATORI
10	.....STILI DI VITA
11	.....QUALI SONO I PRINCIPALI INSETTI IMPOLLINATORI?
11	.....HYMENOPTERA
15	.....DIPTERA
17	.....LEPIDOPTERA
17	.....COLEOPTERA
19	.....PAURA DELLE PUNTURE
19	.....MANAGEMENT DI PARCHI NATURALI E AREE PROTETTE
19	.....OBIETTIVO
19	.....L'IMPORTANZA DEI PARCHI NATURALI E DELLE AREE PROTETTE
21	.....DEFINIZIONI, CATEGORIE E OBIETTIVI PRINCIPALI DELLE AREE PROTETTE SECONDO L'IUCN
23	.....LA DIRETTIVA HABITAT E GLI IMPOLLINATORI NEL MEDITERRANEO
24	.....QUALCHEVOLTAEESIGENZE PER L'IMPOLLINAZIONE NON SONO SEMPLICI DA INDIVIDUARE.
26	.....FATTORI CHE LIMITANO LA VITA DEGLI IMPOLLINATORI NELLE AREE PROTETTE
26	.....PERDITA DI HABITAT
26	.....CAMBIAMENTO CLIMATICO
27	.....INTRODUZIONE DI SPECIE ALIENE E INVASIVE (IAS)
28	.....SPECIE ALLEVATE INTRODOTTE MASSIVAMENTE
29	.....PASCOLO E INCENDIO
30	.....MISURE SUGGERITE PER UN'AREA PROTETTA AMICA DEGLI IMPOLLINATORI
30	.....PIANIFICARE LA GESTIONE
30	.....RIDURRE L'IMPATTO DELL'AGRICOLTURA
31	.....AZIONI DI SUPPORTO ALLE POPOLAZIONI DI IMPOLLINATORI SELVATICI
31	.....MONITORAGGIO
32	.....CONTRASTARE IL RISCHIO DI ESTINZIONE
34	.....LISTA DELLE SPECIE ALIENE POTENZIALMENTE PERICOLOSE
35	.....RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

INTRODURRE IL CONCETTO DI IMPOLLINAZIONE E IMPOLLINATORI

Le piante e gli animali sono strettamente connessi fra loro in diversi modi, uno di questi è l'impollinazione.



IMPOLLINAZIONE INCROCIATA
tra fiori individui diversi della
stessa specie

AUTOIMPOLLINAZIONE
nello stesso fiore o tra fiori
diversi dello stesso individuo

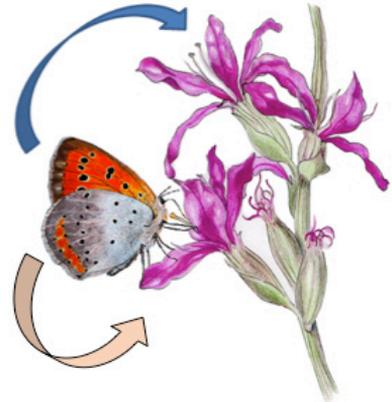


Illustration by Marta Barberis

CHE COSA E' L'IMPOLLINAZIONE?

L'impollinazione, ovvero il trasferimento del polline (una specie di "contenitore" dei gameti maschili) dalle antere (parte maschile) allo stigma (parte femminile) dei fiori, è fondamentale per la riproduzione sessuale di tutte le piante con semi (angiosperme e gimnosperme). Tale trasporto può avvenire nello stesso fiore o tra fiori diversi della stessa pianta, o tra fiori di individui diversi della stessa specie. Una volta che il polline raggiunge lo stigma, questo può germinare avviando il processo di fecondazione, che termina con lo sviluppo dei semi e, nelle angiosperme, la fruttificazione.

Molte piante necessitano di un "servizio" di impollinazione, servizio svolto da un vettore che trasferisce il polline da un fiore ad un altro. In alcuni casi, il polline è trasportato dal vento (anemofilia), più raramente dall'acqua (idrofilia), mentre per la maggior parte delle piante (circa il 90% delle specie conosciute) i vettori sono animali impollinatori (zoofilia).

L'impollinazione dei fiori effettuata dagli animali implica una dipendenza fra le due parti e una reciproca pressione selettiva, cosicché le specie coinvolte, evolvono insieme. La coevo-



luzione tra le piante e gli impollinatori è stata determinante nella rapida diversificazione delle angiosperme a partire dall'apparizione delle piante a fiore sulla Terra circa 135 milioni di anni fa, che ha portato all'attuale diversità (approssimativamente 300.000 specie stimate).

In tutto il mondo, gli insetti sono gli impollinatori più importanti ed efficienti: api (Hymenoptera), vespe (Hymenoptera Aculeata), mosche (Diptera), coleotteri (Coleoptera), farfalle e falene (Lepidoptera) e alcune cimici (Hemiptera). Fra tutti questi, un ruolo particolarmente importante è rivestito dalle api selvatiche e dai sirfidi. Oltre agli insetti, diverse specie di vertebrati e altri invertebrati possono agire da impollinatori: gli uccelli, alcuni mammiferi come i pipistrelli, alcuni rettili (lucertole, gechi e scincidi) e persino le chioccioline.

PERCHÉ GLI IMPOLLINATORI VISITANO I FIORI?

Tutti gli animali impollinatori sono attratti dai fiori sui quali trovano una "ricompensa" comunemente data dal cibo, quale nettare e polline. Quando l'impollinatore prende la propria ricompensa, viene accidentalmente "sporcat" di polline e involontariamente "ricambia" il dono, trasportando e depositando il polline su un altro fiore. Questo rappresenta a tutti gli effetti uno scambio di beni e servizi fra due organismi, che sono strettamente e reciprocamente dipendenti.

Oltre ad essere un processo indispensabile per la vita sulla terra, l'impollinazione rappresenta un "servizio ecosistemico" incredibilmente importante per l'uomo, dal momento che l'agricoltura e la produzione di cibo sono strettamente dipendenti da questo processo naturale. Fino al 75% delle principali colture mondiali (111) dipende dall'impollinazione animale; Gallai e colleghi (2009) hanno stimato intorno ai 153 miliardi di euro l'impatto economico di questo servizio ecosistemico a livello globale per l'anno 2005, mentre a livello europeo il valore è di circa 15 miliardi di euro all'anno (iniziativa Europea a favore degli Impollinatori). Fino al 90% della produzione di colture come cocomero, zucca, melone, mandarino o ciliegio dipende dall'impollinazione entomofila.

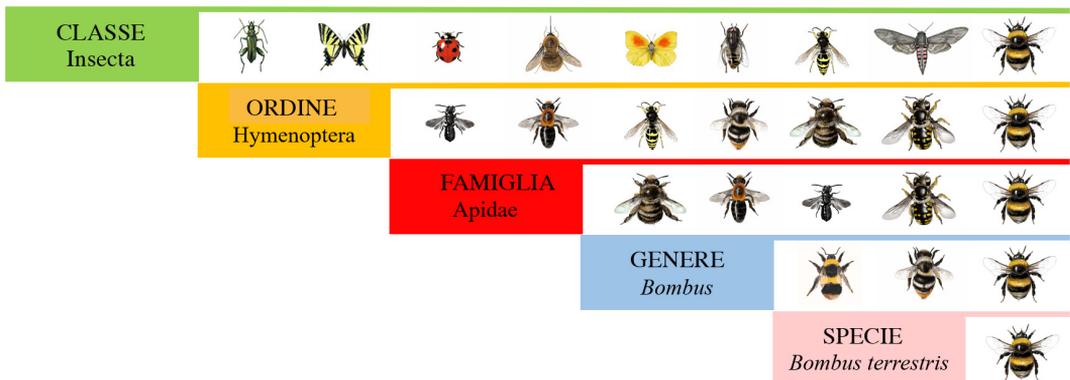
Dalla fine del ventesimo secolo, il declino delle popolazioni di insetti impollinatori è stato documentato in tutto il mondo. La perdita di habitat, il cambiamento di uso del suolo, l'agricoltura intensiva, l'uso dei pesticidi e degli erbicidi, l'introduzione di specie invasive e il cambiamento climatico sono tra le maggiori cause del loro declino. Le liste rosse europee IUCN indicano che il 37% delle specie di api e il 31% delle specie di farfalle stanno diminuendo e che il 9% delle specie di api selvatiche sono a rischio di estinzione (Proposta per uno schema europeo di monitoraggio degli impollinatori: Potts et al. 2021¹). Ancora più preoc-



cupanti, comunque, sono le scarse conoscenze sullo stato di conservazione della maggior parte degli impollinatori, soprattutto in regioni estremamente ricche di biodiversità, come quella mediterranea.

CAPIRE IL CONTRIBUTO DEGLI IMPOLLINATORI

Al giorno d'oggi stiamo assistendo a uno spaventoso declino degli impollinatori. Per contrastare questo declino sono necessarie opportune misure di conservazione. Tuttavia, tali misure non possono essere realizzate e comprese dal pubblico, se le persone non sono adeguatamente informate. Recenti sondaggi hanno sottolineato quanto i professionisti (stakeholders) del settore agro-alimentare siano generalmente poco consapevoli dell'importanza e del declino degli impollinatori selvatici. Essi, infatti, non sono apparentemente consapevoli di quanto gravi siano i rischi generati dall'agricoltura intensiva e dall'uso dei pesticidi e sottovalutano l'importanza di una gestione sostenibile degli habitat per la salvaguardia degli impollinatori. Al contrario, in generale i cittadini europei mostrano di essere sempre più attenti alla sicurezza dei prodotti agro-alimentari e alla sostenibilità ambientale. Inoltre, l'interesse per la natura sempre più diffuso e la possibilità di trascorrere il proprio tempo e svolgere attività sportive nei parchi e nei giardini, hanno portato un maggior numero di persone ad interagire con i fiori e i loro visitatori. Una migliore comprensione del contributo degli impollinatori potrebbe derivare proprio da un'esperienza diretta come quella della semplice osservazione.



¹ Potts, S.G., Dauber, J., Hochkirch, A., Oteman, B., Roy, D.B., Ahrné, K., Biesmeijer, K., Breeze, T.D., Carvell, C., Ferreira, C., FitzPatrick, Ú., Isaac, N.J.B., Kuussaari, M., Ljubomirov, T., Maes, J., Ngo, H., Pardo, A., Polce, C., Quaranta, M., Settele, J., Sorg, M., Stefanescu, C., Vujić, A., Proposal for an EU Pollinator Monitoring Scheme, EUR 30416 EN, Publications Office of the European Union, Ispra, 2021, ISBN 978-92-76-23859-1, doi:10.2760/881843, JRC122225.



STILI DI VITA

Per proteggere gli impollinatori e il servizio ecosistemico che forniscono, occorre conoscerne il ciclo di vita completo, non solo la loro interazione con i fiori. Sebbene ai fini dell'impollinazione e della produzione di frutti e semi l'evento necessario sia rappresentato dalla visita ai fiori da parte degli impollinatori, un aspetto rilevante riguarda anche le esigenze ambientali di questi insetti, che sono presenti in natura solo dove trovano le condizioni adatte per poter nidificare e nutrire la propria progenie.

Gli insetti impollinatori, in particolare le api, possono essere distinti in base alla loro socialità. Le api sociali, come le api da miele, i bombi e poche specie di api selvatiche, danno origine a colonie di numerosi individui e allevano molte larve contemporaneamente. Questi insetti necessitano di bottinare sia polline che nettare in maniera massiccia, quindi un'elevata disponibilità di risorse floreali è importante per la crescita sana e il mantenimento della colonia. Al giorno d'oggi quasi la totalità delle api da miele è gestita dagli apicoltori, che forniscono siti di nidificazione con le arnie artificiali. Tuttavia, è ancora possibile trovare colonie selvatiche di api da miele (così come quelle delle comuni vespe), nascoste nelle cavità degli alberi o nei camini delle case, mentre i bombi possono nidificare nel suolo, colonizzando cavità scavate da piccoli mammiferi.

Analogamente alle "cugine" sociali, anche le api selvatiche necessitano di polline e nettare, sia per gli adulti che per le larve. L'elevata biodiversità di apoidei che si ritrova nell'area del Mediterraneo è rappresentata principalmente dalle numerose specie di api selvatiche, anche se le popolazioni di queste non sono comparabili per dimensione a quelle delle api da miele. Le api selvatiche sono principalmente solitarie e la maggior parte di queste vive in tunnel sotterranei scavati nel terreno, lungo sentieri di campagna o nei parchi urbani. Alcune volte le femmine, anche se solitarie, possono aggregarsi e nidificare una vicina all'altra. Altri apoidei selvatici costruiscono il proprio nido impiegando cavità preesistenti nei rami o, ad esempio, nei fusti delle canne. Le specie che nidificano nel terreno o nei rami dedicano diverso tempo alle attività di nidificazione, pulendo e preparando le celle per le larve. L'attività delle api adulte consiste principalmente nel raccogliere polline per le larve e costruire il nido. Molte api selvatiche sono "specialiste", ovvero visitano i fiori di una o poche specie di piante; la varietà di tipi floreali in una certa area è perciò molto importante.

Mosche, farfalle, falene e coleotteri non costruiscono nidi per le proprie larve, ma necessitano di particolari specie di piante su cui deporre le uova. Generalmente, le uova si trovano attaccate sulla pagina inferiore delle foglie delle piante, di cui si ciberanno in seguito le giovani larve.



QUALI SONO I PRINCIPALI INSETTI IMPOLLINATORI?

HYMENOPTERA

E' un ordine ampio che racchiude le ben conosciute api, vespe e formiche. Queste ultime, anche se visitano qualche volta i fiori per il nettare, sono considerate impollinatori poco efficienti dal momento che il polline non permane o non sopravvive facilmente sul loro corpo.

Api

Quello delle api (o apoidei) è il gruppo di impollinatori più importante, e probabilmente il più esteso. Tutto il cibo di cui hanno bisogno proviene dai fiori: il nettare, ricco di zuccheri, fornisce il sostentamento per le attività giornaliere degli adulti; il polline, ricco di proteine, è raccolto dalle femmine per nutrire le larve. Dato che le api si sono evolute in stretta connessione con i fiori e la loro attività è focalizzata sulle visite ai fiori stessi, il loro corpo risulta adattato alla raccolta di polline e nettare, che vengono trasportati in specifiche strutture, o nel caso dei granuli di polline, "intrappolati" da vari tipi di peli. Le api, infatti, raccolgono il polline per nutrire le proprie larve ma, allo stesso tempo, durante l'attività di bottinamento trasferiscono inavvertitamente qualche granulo pollinico sui fiori visitati. Come osservato per la prima volta da Aristotele, le api sono generalmente "fedeli" a determinate tipologie floreali, e ciò aumenta la probabilità che avvenga con successo l'impollinazione e la produzione di semi nelle piante su cui si concentra l'attività di bottinamento. Oltre ad essere costanti, le api possono essere molto numerose, in particolar modo quelle sociali, le cui colonie garantiscono un efficiente servizio di impollinazione nell'area. Le api sociali possono visitare un discreto numero di specie vegetali diverse in diversi momenti della giornata, o della stagione, e sono per questo definite generaliste. Al contrario, alcune specie di api visitano solo una o poche specie di piante nel corso della loro vita, e vengono per questo considerate specialiste.

Le specie di api europee possono essere suddivise in due gruppi principali, che comprendono sei famiglie: le api con ligula lunga, che includono la famiglia Apidae e Megachilidae, e le api con ligula corta, che comprendono le famiglie Andrenidae, Colletidae, Halictidae e Melittidae. Come nelle altre parti del mondo, anche in Europa le api sono presenti in tutti gli ambienti terrestri. Riguardo al loro numero, il continente europeo ospita 2501 specie delle 20000 api presenti in tutto il mondo. La più alta ricchezza specifica si ritrova nell'Europa meridionale, e in particolare nel Mediterraneo, caratterizzato dalla presenza di numerose specie endemiche. La Spagna, ad esempio, ospita 1100 specie, in Grecia sono presenti circa 1200 specie, mentre in Italia se ne contano circa 1000.



La famiglia Apidae, che in Europa comprende circa 30 generi e oltre 550 specie, è caratterizzata da individui di diversa taglia, forma e colore. Include l'ape da miele (*Apis mellifera*), che è quasi interamente allevata (perciò detta anche "domestica"), e i bombi (diverse specie del genere *Bombus*): in entrambi i casi si tratta di specie sociali ben conosciute che vengono allevate e impiegate per l'impollinazione delle colture. Molte altre specie appartenenti a questa famiglia sono piuttosto pelose, di grandi dimensioni, nidificano nel terreno e sono solitarie. Alcune assomigliano ai bombi, come per esempio le specie del genere *Anthophora*, *Amegilla*, *Habropoda* ed *Eucera*, quasi tutte generaliste. Questa famiglia include anche le api carpentiere dei generi *Xylocopa* (di grandi dimensioni) e *Ceratina* (di piccole dimensioni); entrambi i generi comprendono sia specie solitarie che sociali: sono tutte nere e nidificano in cavità sopra il livello del suolo, spesso nel legno morto o in rami cavi. La famiglia Apidae include inoltre molte api "cleptoparassite" (es. *Nomada*, *Melecta*, *Thyreus*, *Epeolus*, *Pasites*), comunemente chiamate "api cuculo", poiché depongono le proprie uova nei nidi delle altre specie, proprio come fa il cuculo (uccello).

Le api della famiglia degli Halictidae (anche conosciute come api del sudore) si osservano comunemente sui fiori selvatici primaverili come le margherite. Il loro aspetto può variare dal giallo al colore metallico e hanno una taglia che varia dai pochi millimetri, come nel genere *Ceylaliectus* e *Nomioides*, a dimensioni simili all'ape da miele (come nel genere *Pseudapis*). I generi più comuni sono: *Lasioglossum*, di colore nero, che comprende specie quasi senza peli che ricordano nella taglia e nella forma una formica; e *Halictus*, che include specie di maggiori dimensioni rispetto a *Lasioglossum*, con bande bianche e nere su tutto l'addome. Un suggerimento per distinguere in natura api *Halictus* e *Lasioglossum* è il seguente: con una buona lente di ingrandimento, osservare la peluria nel bordo dell'addome con il sole alle spalle, mentre l'insetto immerge la testa nel fiore per prelevare il nettare: le femmine di entrambi i generi presentano una fenditura ("rima") in corrispondenza dell'estremità dell'addome. Per entrambi questi generi, le popolazioni di alcune specie sono spesso molto numerose per via del livello di socialità: infatti, le api del sudore rappresentano l'unico gruppo oltre alle api da miele, ai bombi e alle api carpentiere, che forma colonie sociali relativamente strutturate. Queste api sono normalmente generaliste, ma possono in alcuni casi essere considerate specialiste per quanto concerne la preferenza riguardo al polline. Inoltre, questa famiglia include anche specie cleptoparassite. Per esempio, il genere *Sphecodes* comprende api cuculo nere e rosse. Altri generi interessanti a cui appartengono specie rare e specializzate sono *Dufourea*, *Rophites* e *Systropha*.



La grande famiglia degli Andrenidae comprende api di diverse dimensioni, dalle molto piccole alle medio-grandi, che per la maggior parte appartengono al genere *Andrena*. Le femmine nidificano in tunnel profondi nel terreno e pertanto, come altre api che nidificano nel suolo, sono dette “api minatrici”. Hanno abitudini solitarie, ma qualche volta possono essere osservate aggregazioni di femmine nidificanti. Nella regione mediterranea gli apoidei andrenidi sono tra le specie selvatiche più frequenti in primavera e inizio estate. Molte specie presentano un periodo di attività molto ristretto e quindi risultano specializzate su una famiglia o genere di piante. Oltre ad *Andrena*, la famiglia comprende il genere *Melitturga*, con specie caratterizzate da grandi occhi che le fanno assomigliare alle mosche, e *Panurgus*, piccole api poco pelose che si ritrovano quasi esclusivamente su fiori gialli e di aspetto simile alle margherite.

La famiglia Colletidae comprende solo due generi: *Colletes*, api di medie dimensioni con aspetto simile alle api da miele, e *Hylaeus*, piccole api nere senza peluria dotate di piccole macchie gialle o bianche sul corpo e sul capo – una caratteristica evidenziata dal loro nome inglese “yellow masked bees”. Le specie di *Colletes* nidificano nel terreno rivestendo i tunnel con una secrezione impermeabile simile al cellophane, mentre le specie del genere *Hylaeus* nidificano in cavità preesistenti come gli steli delle piante, o in vecchi nidi di altre api.

La famiglia Melittidae comprende api molto specializzate. Nidificano nel terreno e si possono incontrare in un numero ristretto di habitat. Gli individui del genere *Dasygaster* possono essere osservati in luoghi aridi e sabbiosi, mentre trasportano con le pelose zampe posteriori grandi quantitativi di polline, raccolto da fiori di aspetto simile alle margherite. Le api dei generi *Melitta* e *Macropis* possono essere tipicamente avvistate in luoghi paludosi o lungo i ruscelli, in prossimità dei quali raccolgono il polline da determinati fiori. Gli individui del genere *Macropis*, in particolare, visitano i fiori del genere *Lysimachia* per la raccolta dei suoi olii.

La famiglia Megachilidae comprende specie che tipicamente costruiscono i propri nidi in cavità preesistenti sopra il livello del suolo, e meno di frequente nel terreno, impiegando diversi materiali (come peli delle piante, foglie, resine, sabbia o fango) per il rivestimento delle pareti del nido.

Non sorprendono così i nomi comuni ad esse attribuiti: “api muratrici” (*Osmia*), “api tagliafoglie” (*Megachile*) e “api cardatrici” (*Anthidium*). Non è raro che i nidi siano tappezzati di petali colorati, ma anche di frammenti di borse di plastica! Gli individui di questa famiglia sono anche conosciuti per l’abitudine a nidificare in spazi cavi, come nei gusci delle chioce



ciò o nei buchi delle serrature. Le femmine sono facilmente individuabili grazie al polline che trasportano sulla scopa, uno strato di peli appressati sotto l'addome. In genere visitano diverse specie vegetali, ma alcune specie possono essere specialisti. Questo spiega il motivo per cui un numero sempre maggiore di specie di *Osmia* e *Megachile* viene impiegato per l'impollinazione di frutteti e altre colture, quali melo e trifoglio o erba medica per l'allevamento animale.

I generi *Coelioxys* e *Dioxys* comprendono specie cleptoparassite che occupano i nidi di *Anthophora* o di altri megachilidi.

Il termine "api selvatiche" è molto generale: indica tutte le specie di api che non sono allevate dall'uomo. Qualche volta questo termine è utilizzato anche per le api da miele per indicare la sciamatura naturale di *Apis mellifera* che si allontana dagli apiari (nel caso siano allevate dall'uomo) o le colonie che vivono in natura, anche se queste ultime sono rare al giorno d'oggi.

Vespe

Le vespe costituiscono un gruppo diversificato di insetti, caratterizzati da svariate forme di vita. Alcune specie sono eusociali e vivono in colonie nelle quali ogni casta ha diversi compiti, ma nella maggior parte dei casi si tratta di specie solitarie. Includono anche parassitoidi che depongono le uova nel o sul corpo di altri insetti (ospiti) provocandone la morte, e vespe cleptoparassite che ovidepongono nei nidi di altre specie di vespe o api utilizzando gli approvvigionamenti delle larve degli ospiti. Ci sono diverse famiglie e sottogruppi di vespe nel mondo. Nella regione del Mediterraneo, le più importanti sono le vespe cleptoparassite (Chrysididae), i pompilidi (Pompilidae), gli scoliidi (Scoliidae), gli sfecidi (Sphecidae), gli icneumonidi (Ichneumonidae) e i vespidi (Vespidae).

Molte vespe si nutrono di polline e nettare nell'età adulta e per questo visitano spesso i fiori. Le loro larve, però, si nutrono di una molteplicità di risorse trofiche oltre al polline e al nettare, e ciò comporta una relazione meno stretta con i fiori rispetto alle api. A differenza delle api, le vespe non sono coperte da una densa peluria e non hanno strutture specializzate per



la raccolta e il trasporto del polline. Di conseguenza, è meno probabile che il polline rimanga attaccato al loro corpo quando visitano i fiori, e per questo sono generalmente impollinatori meno efficienti rispetto alle api. Tuttavia, ci sono eccezioni: la famiglia di vespe Agaonidae, ad esempio, comprende impollinatori estremamente specializzati. Le vespe impollinatrici sono presenti in quasi tutti gli habitat dell'area mediterranea e tendono a preferire luoghi soleggiati. Nidificano in piccole cavità di alberi, muri, rovine o parti morte di piante. Alcune specie nidificano nel terreno, nel fango o nella sabbia.

Le vespe sociali, quando minacciate, emettono feromoni che inducono lo sciame a difendersi. Solo le femmine possiedono il pungiglione e, a differenza delle api, possono pungere più di una volta. Le vespe sono molto efficienti nel controllare le infestazioni di insetti dannosi grazie al loro ruolo di parassitoidi. Questo spiega perché in alcune produzioni agricole sono impiegate come agenti di biocontrollo.

Il cambiamento climatico, il commercio internazionale e la mobilità a livello globale hanno causato la diffusione di specie di vespe aliene. Alcune di queste, quando arrivano in nuovo territorio, possono diventare invasive, esercitando una forte competizione nei confronti delle specie autoctone. Un esempio degli ultimi anni che interessa l'area del Mediterraneo è quello del calabrone asiatico (*Vespa velutina*), una specie predatrice che attacca le colonie di api da miele e altre popolazioni di imenotteri solitari.

DIPTERA

I ditteri (mosche) rappresentano un gruppo di insetti che è secondo solo alle api per importanza nell'impollinazione. Tuttavia, si tratta di un gruppo molto eterogeneo relativamente alla dipendenza dai fiori e all'efficienza di impollinazione. I ditteri visitano diverse specie di piante a fiore in natura e alcuni di loro sono importanti impollinatori di diverse colture, in particolare la carota, la senape e le Rosaceae.

La famiglia più importante è quella dei sirfidi (Syrphidae), conosciuti anche come "mosche dei fiori", a sottolineare lo stretto legame con le piante a fiore. Nel Mediterraneo, questa famiglia comprende più di 500 specie, caratterizzate da diversi gradi di dipendenza dai fiori ed efficienza di impollinazione. Solo gli adulti visitano i fiori per il nettare e il polline, evidenziando il fatto che nessun sirfide dipende esclusivamente dalle risorse floreali. Le larve, infatti, possono essere predatrici, si possono cibare di piante (fitofagia), di legno morto o in decomposizione (saprofagia) o di piccole particelle (microfagia). In ogni caso, si tratta di comuni visitatori floreali, presenti in ogni continente, sebbene prevalgano nelle aree umide del Mediterraneo rispetto a quelle secche.



I sirfidi tendono a visitare fiori bianchi o gialli, di facile accesso, principalmente con corolla aperta o a forma di coppa, con polline e nettare facilmente accessibili. Sono insetti esili con un esoscheletro molto leggero, generalmente con aspetto simile alle vespe. Una delle specie che vale maggiormente la pena citare è la cosiddetta “mosca-fuco” (*Eristalis tenax*), una specie cosmopolita migratrice con un elevato potenziale per l’impollinazione delle colture e per questo allevata in diverse parti del mondo. Un altro importante genere è *Merodon*, che comprende specie doppiamente dipendenti da alcune piante bulbose del Mediterraneo: le larve si cibano dei bulbi, mentre gli adulti visitano i fiori per il polline e il nettare.

I bombilidi (Bombyliidae), indicati anche come “mosche api”, comprendono meno specie rispetto ai sirfidi; tuttavia, sono abituali visitatori dei fiori e alcuni sono importanti impollinatori. Il nome comune rivela il loro aspetto: il corpo peloso li rende infatti molto simili alle api, che alcuni di essi mimano. La maggior parte delle specie è parassitoide di altri insetti, per cui le larve non dipendono dalle risorse floreali; tuttavia, gli adulti di varie specie presentano un apparato boccale modificato, lungo fino a quattro volte il capo dell’insetto, che permette la suzione del nettare da fiori con corolla profonda. Tale proboscide (o ligula) costituisce l’aspetto più caratteristico di questi insetti e, insieme alla colorazione della venatura delle ali e al ronzio prodotto durante il volo, li rende facili da individuare e riconoscere.

Vi sono poche specie all’interno della famiglia Nemestrinidae, ma i nemestrinidi possono essere osservati in tutto il mondo. Assomigliano molto ai bombilidi per l’apparato boccale allungato e la venatura delle ali, tuttavia sono molto meno pelosi. Le larve sono parassite di altri gruppi di insetti, mentre gli adulti visitano i fiori, soprattutto quelli con corolla profonda, principalmente in cerca di nettare.

Un’altra famiglia da menzionare nel contesto dell’impollinazione è quella dei Calliphoridae (“mosconi”), specie caratterizzate da colori metallici brillanti. Pur non trattandosi di ottimi impollinatori, sono comunque degni di nota perché possono nutrirsi di una molteplicità di risorse, inclusi i fiori, agendo così da vettori del polline, seppur occasionali e poco efficienti. Poiché è frequente trovarli in aree degradate, dove api e altri insetti impollinatori sono assenti, essi possono rappresentare le uniche specie impollinatrici. Un altro motivo per cui sono citati in questo testo è dato dal fatto che possono essere facilmente allevati e quindi possono essere utilizzati in grande numero come impollinatori in serra (es. cipolla).



LEPIDOPTERA

Quasi tutte le specie di lepidotteri sono dotate di un apparato boccale (spiritromba) adatta alla suzione. Sia le farfalle che le falene sono caratterizzate da un lungo apparato boccale, ma la differenza principale fra queste dipende dal periodo di attività: le farfalle sono diurne, mentre le falene sono notturne.

Normalmente i lepidotteri sono attirati dai colori e dal profumo dei fiori. Le falene visitano piante caratterizzate da fiori di colore pallido o bianco; questi generalmente sono molto profumati e offrono nettare diluito. Le falene non si posano sempre sui fiori: qualche volta prelevano il nettare in volo librato. Possono anche riposarsi sui fiori, posandosi sulla loro superficie. Il corpo delle falene è peloso, per cui il polline viene "intrappolato" sulla peluria durante le visite ai fiori, oppure rimane sull'apparato boccale mentre si nutrono.

Le bellissime e aggraziate farfalle possono visitare un'ampia gamma di fiori, preferendo quelli dai colori accesi (rosso, giallo e arancione), e volano quando il clima è mite. Le farfalle sono in grado di riconoscere i colori, percepiscono molte più lunghezze d'onda rispetto all'uomo e, a differenza delle api, possono vedere il colore rosso. Si cibano appoggiandosi sui fiori, per cui questi ultimi devono offrire loro una adeguata "piattaforma di atterraggio". Le zampe e l'apparato boccale sono lunghi e non entrano direttamente in contatto col polline dei fiori, per cui rispetto alle api meno granuli vengono "intrappolati" sul loro corpo. Tuttavia, le farfalle tendono a visitare solo alcuni fiori per pianta, per poi volare verso la pianta successiva: questo comportamento consente loro di trasferire il polline in maniera ottimale, facilitando l'impollinazione incrociata (ovvero l'impollinazione fra diversi individui della stessa specie di piante) e assicurando così un "rimescolamento" dei geni e una maggiore diversità genetica.

Le farfalle vivono in diversi habitat del Mediterraneo, incluse le foreste, gli arbusteti, i campi coltivati, i parchi, e i giardini delle grandi città. Sono estremamente sensibili alle variazioni di temperatura e alcune specie sono migratrici. Per questo motivo (soprattutto negli ultimi decenni), il monitoraggio delle popolazioni di farfalle viene considerato come parametro per la valutazione del cambiamento climatico. Secondo l'ultima valutazione fatta dalla IUCN, nell'area del Mediterraneo si trovano almeno 462 specie di farfalle: di queste, 19 (5%) sono a rischio di estinzione e 15 sono endemiche.



COLEOPTERA

I coleotteri sono considerati impollinatori primitivi per un duplice motivo: per prima cosa, fra i diversi gruppi di impollinatori i coleotteri sono stati i primi a visitare in maniera sistematica i fiori delle piante terrestri e a trasportarne il polline. Sono quindi gli impollinatori che presentano la più lunga relazione mutualistica con le piante a fiore. In secondo luogo, le loro caratteristiche attuali non sono molto diverse rispetto alle origini: la “primitività” è riconoscibile dall’anatomia del corpo e dal comportamento durante le visite ai fiori. Per quanto riguarda le caratteristiche anatomiche, l’apparato boccale dei coleotteri si è evoluto principalmente per la masticazione rispetto alla suzione, mentre le ali (elitre o coleo), dal quale i coleotteri prendono il nome) rappresentano un adattamento nei confronti di predatori piuttosto che per facilitare il volo. Il corpo, inoltre, è pesante e poco peloso. Anche il comportamento non denota un’elevata efficienza di impollinazione, trattandosi di insetti per lo più sedentari che spendono molto tempo su un unico fiore. Si muovono poco tra fiori e piante diversi, e la maggior parte consuma il polline in modo poco delicato; si prenda ad esempio la cetonina dorata (*Cetonia aurata*) sulle rose.

I coleotteri, comunque, sono considerati importanti attori nella storia evolutiva dell’impollinazione e continuano a giocare un ruolo rilevante per diverse ragioni: la loro diversità (sono il gruppo di insetti caratterizzati dalla maggiore diversità in tutto il mondo); le loro popolazioni numerose; il fatto che siano presenti in quasi tutti gli habitat, da quelli di acqua dolce a quelli secchi e desertici. Nell’area del Mediterraneo si ritrovano in particolar modo durante la stagione secca e la loro presenza sui fiori indica l’inizio della siccità estiva. L’ordine comprende principalmente specie polifaghe, che non dipendono in modo esclusivo dai fiori. Visitano i fiori delle angiosperme primitive, caratterizzate da un accesso alle ricompense relativamente semplice (fiori aperti o a forma di coppa, preferibilmente organizzati in infiorescenze, in modo da permettere all’insetto di posarsi su di essi per lungo tempo ed ottenere senza difficoltà le risorse di cibo, che sono facilmente accessibili). Tali fiori sono inoltre riconoscibili per via delle grandi dimensioni e per il colore generalmente bianco, crema o giallo; quale carattere di “primitività” dei fiori, l’odore rappresenta un segnale funzionale. La maggior parte dei fiori impollinati da coleotteri emette un odore che va dal dolce al fermentato, come nel caso di diverse specie mediterranee di *Arum*, conosciute per attrarre mosche saprofile e coleotteri grazie al proprio odore ingannevole: la maggior parte delle specie di *Arum* emette un odore simile al letame/urina che attira questi insetti per l’ovideposizione.

I coleotteri antofili (ovvero quelli che visitano i fiori) sono un gruppo eterogeneo che comprende sia specie di consumatori di polline ma mediocri impollinatori (ad esempio *Mylabris*



quadripunctata che visita una molteplicità di fiori, posandosi su essi e consumando polline, nettare e altri tessuti floreali), sia validi impollinatori (come il genere *Pygopleurus* proveniente dalle aree orientali del Mediterraneo). Le specie di *Pygopleurus* sono molto selettive e visitano fiori rossi a forma di coppa del gruppo delle anemoni-papaveri per i quali costituiscono efficienti impollinatori. Altre specie dell'area del Mediterraneo che vale la pena citare in quanto hanno un buon potenziale come impollinatori per le grandi dimensioni e la loro incessante attività, sono lo scarabeide *Tropinota hirta* e le specie del genere *Oxythyrea*. Queste specie visitano una molteplicità di fiori in tarda primavera e in estate. Alcuni coleotteri più piccoli, come quelli appartenenti al genere *Podonta* e *Variimorda*, sono noti visitatori di fiori e sono facilmente osservabili sui fiori bianchi simili a margherite grazie al loro colore nero.

PAURA DELLE PUNTURE

Una buona parte delle persone, di tutte le età, ha timore delle api. Qualcuno è proprio terrorizzato, qualcuno è consapevole della loro importanza e altri sono consci del loro fondamentale contributo, ma la quasi totalità delle persone preferisce mantenere una certa distanza da loro.

Perché accade questo? Di cosa hanno paura?

Hanno paura di essere punte!

Indagando sul motivo di questa fobia, molti ricordano episodi della propria infanzia: qualcuno ha schiacciato un nido fra le mani, altri intenti a mangiare un panino si sono trovati con un'ape in bocca, altri ancora correndo in mezzo agli arbusti si sono trovati in una nube di insetti che pungono. Da quanto riportato in queste testimonianze, sembra che tutti gli insetti menzionati in questi episodi siano da ricondurre alle vespe e non alle api. In quasi tutti i casi, inoltre, indipendentemente dal fatto che si trattasse di api o vespe, gli insetti stavano difendendo se stessi o il proprio nido da un attacco.

Chiariamo che solo le femmine hanno il pungiglione. Il pungiglione delle api da miele è simile a una punta seghettata: una volta conficcata nella pelle, la punta rimane ancorata e tutti gli organi dell'ape vi rimangono attaccati, dalla sacca del veleno allo stomaco, portando alla morte dell'insetto. Le api domestiche, quindi non attaccano per divertimento, dal momento che la puntura ne causa la morte.



Le api selvatiche, inoltre, pungono ancor meno frequentemente: come le loro cugine allevate, utilizzano il pungiglione solo se molto disturbate, ad esempio quando vengono schiacciate o calpestate (in generale preferiscono allontanarsi piuttosto che attaccare!), o nel caso si distrugga il loro nido (le api da miele pungono ad esempio quando il nido viene attaccato, indipendentemente dal fatto che sia un nido artificiale o meno).

Dal momento che ogni anno un certo numero di persone finisce al pronto soccorso a causa delle punture di questi insetti, è importante sottolineare che sebbene la fobia sia una reazione eccessiva, i danni causati dalle punture possono verificarsi, e quindi è utile qualche suggerimento per evitarle:

- Indossa le scarpe, soprattutto nei prati.
- Gli insetti che pungono sono attratti dal dolce; non lasciare, quindi, bevande zuccherine o cibi dolci in aree a loro accessibili.
- Non tentare di rimuovere da solo un nido e non agitare/schiacciare insetti che pungono: possono reagire in maniera aggressiva, con il rischio di prendere più di una puntura.
- Mantieni le porte e le finestre chiuse se è presente un nido nelle vicinanze.
- Rimuovi i rifiuti e tienili in contenitori sigillati.
- Se vieni punto e hai una reazione allergica, contatta immediatamente un medico perché potrebbe essere pericoloso.

Quindi non preoccuparti!

Possiamo vivere a stretto contatto con le api; osserviamole e coltiviamo piante che piacciono agli impollinatori.

Osservando e rispettando gli impollinatori possiamo trovare la giusta soluzione per gestire e ridurre la nostra paura.



MANAGEMENT DI PARCHI NATURALI E AREE PROTETTE

OBBIETTIVO

Queste linee guida hanno l'obiettivo di fornire suggerimenti ai gestori di Aree Protette e Parchi Naturali per aiutare gli impollinatori selvatici e ridurre le minacce che principalmente colpiscono questi insetti e gli habitat in cui essi vivono.

È necessario sottolineare che il termine "Area Protetta" è generico dal momento che ogni Paese e, addirittura, ogni regione protegge la natura in diversi modi.

L'IMPORTANZA DEI PARCHI NATURALI E DELLE AREE PROTETTE PER L'IMPOLLINAZIONE

La funzione più importante delle Aree Protette riguarda la conservazione della valenza naturalistica, intesa soprattutto come tutela della biodiversità. Questo è vero nella maggioranza dei casi, ma vi sono differenze, anche notevoli, che dipendono dal Paese o dalla Regione, ma anche dalla tipologia di area protetta: la designazione di Parco Nazionale, per esempio, comporta una più rigida protezione del territorio, mentre in altri casi gli enti gestori possono adottare restrizioni più flessibili (BOX IUCN).

La conservazione della biodiversità non è l'unico scopo delle aree protette, dal momento che il loro ruolo è più quello di mantenere un equilibrio tra la conservazione della natura e dare benefici alle comunità locali, per esempio bilanciando quelle attività finalizzate allo sviluppo economico come l'agricoltura tradizionale, l'allevamento, l'uso del territorio per il turismo ricreativo e l'educazione ambientale.

Da una prospettiva strettamente conservazionista, la gestione delle aree protette è tradizionalmente focalizzata sulla protezione di specie "bersaglio", ovvero di interesse conservazionistico, indicate anche come "specie target". Le priorità della conservazione sono identificate sulla base di: i) stato di rischio (specie in pericolo), ii) importanza ecologica ("specie ombrello", la cui salvaguardia garantisce la tutela di molti altri organismi, e "specie chiave", essenziali per l'ecosistema a prescindere dalla loro abbondanza), iii) rilevanza simbolica ("specie bandiera", i.e. specie popolari capaci di attrarre l'attenzione del pubblico sul tema della conservazione) (Hunter & Gibbs 2007). Sembra infatti che sia giunto il tempo di fare un passo avanti, facendo uno sforzo per includere le interazioni biologiche come oggetto di conservazione: specificamente, quando si identifica un'area da proteggere, dovrebbero essere presi in considerazione anche la "conservazione delle relazioni mutualistiche" e il "ripristino delle reti trofiche" (Buckley & Nabhan 2016)

Quindi, è chiaro che la conservazione dell'impollinazione è legata a molti degli obiettivi che un'area protetta deve perseguire, considerando sia la funzione di tutela del sito, che il ruolo nel fornire benefici diretti e indiretti (servizi o benefici ecosistemici, usi educativi, turismo, ecc.).



Specificamente:

- **Conservazione:** come già menzionato, è più complessa della conservazione di una specie, perché deve includere interazioni e processi. In questo contesto, l'impollinazione dovrebbe essere inclusa negli sforzi per la "conservazione delle relazioni mutualistiche" e per il "ripristino delle reti trofiche" (Buckley Nabhan 2016).
- **Pianificazione di reti di Aree Protette:** insieme a criteri di gestione coordinata, può offrire opportunità di conservazione su larga scala, come per esempio la creazione di "corridoi del nettare" che permettano alle popolazioni di impollinatori di muoversi su lunghe distanze (Buckley Nabhan 2016), fattore fondamentale soprattutto nel contesto di cambiamento climatico che stiamo vivendo.
- **L'impollinazione zoofila è importante sia per gli ecosistemi che per molte colture agricole:** oltre l'87% delle piante a fiore, il 66% delle specie coltivate, e il 35% delle colture agricole mondiali sono impollinate da animali, per lo più insetti (Gutierrez-Arellano & Mulligan 2020). La biodiversità all'interno delle aree protette favorisce la presenza di impollinatori selvatici anche nelle aziende agricole limitrofe, che quindi ne traggono beneficio. Nonostante l'importanza del servizio di impollinazione, gli impollinatori sono raramente tenuti in considerazione dai decisori o amministratori locali e allo stesso modo, molto spesso il servizio di impollinazione fornito dalle aree protette alle aziende agricole circostanti viene dimenticato. Gli impollinatori e i loro servizi di impollinazione dovrebbero essere inclusi nei criteri per la gestione di queste Aree Naturali (Hipólito et al. 2019), come già viene fatto per la pratica del ceduo o la pesca.
- Il servizio di impollinazione fornito alle colture agricole dalle Aree Protette circostanti non può essere paragonato alle misure attuate nell'agricoltura convenzionale. Molti studi hanno dimostrato come lo sforzo per migliorare l'impollinazione zoofila (es. eliminazione dei pesticidi o l'uso di alveari per api da miele) non possono soddisfare o sostituire il beneficio fornito dalla prossimità ad un'Area Protetta (Carvalho et al. 2010, Kremen et al. 2004).
- Alcune Aree Protette che attualmente non contribuiscono all'impollinazione di adiacenti colture agricole, lo potrebbero fare in futuro, in seguito all'espansione dei campi agricoli o alla sostituzione delle specie coltivate. Scenari futuri poco prevedibili a causa soprattutto del cambio climatico (Gutierrez-Arellano & Mulligan 2020).
- Le Aree Protette costituiscono uno strumento di educazione estremamente importante per le comunità circostanti, a tutti i livelli. La loro funzione educativa è esplicitamente menzionata per tutte le categorie IUCN di Aree Protette, e almeno dalle "Aree di Tipo II" (Parchi Naturali) in avanti.
- In un contesto di crescente domanda eco-turistica, fare leva sulle interazioni piante-impollinatori nelle Aree Protette è anche una buona strategia per attrarre le persone e stimolarne la partecipazione in attività di "scienza dei cittadini".



BOX 1. RIQUADRO 1. DEFINIZIONI, CATEGORIE E OBIETTIVI PRINCIPALI DELLE AREE PROTETTE SECONDO L'IUCN (Dudley 2008)

Area Protetta: Uno spazio geografico chiaramente definito, riconosciuto, dedicato e gestito, attraverso mezzi legali o altri mezzi efficaci, per garantire la conservazione a lungo termine della natura con i servizi ecosistemici e i valori culturali associati.

Sono riconosciute le seguenti 6 categorie:

Aree gestite prevalentemente per:

I Alta Protezione (Ia), Riserva Naturale rigorosa e Ib) Riserva Selvaggia]

II Conservazione e protezione degli ecosistemi (es. Parchi Nazionali)

III Conservazione delle caratteristiche naturali (es. Monumento Naturale o caratteristica)

IV Conservazione attraverso la gestione attiva (i.e. habitat o area di gestione delle specie)

V Conservazione di un paesaggio/paesaggio marino con anche attività ricreative (es. Paesaggio o paesaggio marino protetto)

VI Uso sostenibile delle risorse naturali (i.e. Area protetta con uso sostenibile delle risorse)

Tutte le aree protette dovrebbero avere la finalità di:

- Conservare la composizione, la struttura, le funzioni e il potenziale di evoluzione della biodiversità;
- Contribuire alle strategie regionali di conservazione (come le riserve speciali, zone cuscinetto, corridoi, aree di passo per le specie migratrici ecc.);
- Mantenere la diversità di paesaggio o degli habitat e delle specie e ecosistemi ad essi associati;
- Essere di grandezza sufficiente per garantire l'integrità e il mantenimento a lungo termine degli specifici obiettivi di conservazione o essere capace di aumentare per raggiungere questa finalità;



- Mantenere i valori per i quali sono state create per sempre;
- Operare sotto la guida di piani di gestione e un programma di valutazione e monitoraggio che sostengono una gestione adattativa;
- Avere un sistema di governo chiaro e giusto;

Tutte le aree protette dovrebbero anche, quando appropriato, avere la finalità di:

- Conservare le caratteristiche di paesaggio, la geomorfologia e la geologia significative;
- Offrire servizi ecosistemici di regolazione, incluso l'effetto cuscinetto contro l'impatto del cambiamento climatico;
- Conservare aree naturali e panoramiche di importanza nazionale e internazionale per scopi culturali, spirituali e scientifici;
- Portare benefici ai residenti e alle comunità coerenti con gli altri obiettivi di gestione;
- Portare benefici ricreativi coerenti con gli altri obiettivi di gestione;
- Facilitare attività di ricerca scientifica a basso impatto e monitoraggio ecologico connesso e coerente con i valori dell'area protetta;
- Usare strategie di gestione adattativa per aumentare l'efficacia della gestione e la qualità del governo nel tempo;
- Aiutare a fornire opportunità educative (anche rispetto gli approcci di gestione);
- Aiutare a sviluppare il sostegno pubblico per la protezione.



LA DIRETTIVA HABITAT E GLI IMPOLLINATORI NEL MEDITERRANEO

La Direttiva 92/43/CE (Direttiva Habitat) elenca specie (Allegato 2) e habitat (Allegato 1) per i quali sono stati designati dagli Stati Membri i Siti di Importanza Comunitaria, ora Zone Speciali di Conservazione (ZSC). Tra gli habitat elencati nell'allegato I non è facile selezionare quelli più importanti per gli impollinatori, perché le piante entomofile sono ampiamente distribuite e perché i dati sulla diversità degli impollinatori sono in generale insufficienti; pertanto, le misure di gestione presentate nel prossimo capitolo sono genericamente applicabili in diversi contesti.

Nell'ambito del progetto LIFE4POLLINATORS sono state selezionate tutte le specie di piante entomofile e di insetti impollinatori di interesse conservazionistico che sono elencate negli allegati II, III e IV della Direttiva: le liste di specie così ottenute sono disponibili sul sito internet del progetto. Se una o più tra queste specie è menzionata nelle Schede Natura 2000 di una ZSC o SIC, raccomandiamo fortemente di adottare le misure di gestione che vengono proposte in questo manuale, in modo da garantirne la salvaguardia.

In ogni caso, va sottolineato che in Europa diversi siti della rete Natura 2000 sono già legalmente protetti perché inclusi all'interno di aree protette di vario tipo (Riserve Naturali, Regionali o Parchi Nazionali) mentre altri non giovano di una protezione così effettiva dal punto di vista formale. Quindi, non è sempre semplice implementare le misure di conservazione, come richiesto dalla Direttiva Habitat.

Quando si pianificano misure di conservazione al livello di specie vegetali, suggeriamo di considerare l'approccio "SHARP", trattandosi di un metodo semplice che permette di identificare possibili colli di bottiglia (es. nel servizio di impollinazione), e quindi attuare misure specifiche di conservazione (vedi sotto il paragrafo "CONTRASTARE IL RISCHIO DI ESTINZIONE"). Un esempio di quanto sia importante conoscere le interazioni ecologiche di una specie a rischio per la sua salvaguardia è schematizzato nel seguente riquadro. Nell'ultimo paragrafo di questo manuale si riportano inoltre i risultati ottenuti in seguito alla realizzazione di azioni concrete per la conservazione delle interazioni pianta-impollinatori.

Le informazioni relative agli insetti impollinatori disponibili sulle Schede Natura 2000 di molte ZSC sono spesso incomplete, quindi nel caso in cui venga registrata la presenza di una specie di interesse conservazionistico in un determinato sito, è molto importante trasmettere il dato all'autorità competente per l'aggiornamento della relativa Scheda Natura 2000.

Per esempio, nei tre siti N2000 (GR4110003, GR4110004, GR4110005) sull'isola di Lesbo, in Grecia, si trovano diversi tipi di habitat, piante a fiore (1607 specie), api selvatiche (>600) e sirfidi (143). Molti di questi insetti sono nuovi per la scienza, endemici e rari. Nonostante ciò, le informazioni relative nelle schede natura 2000 sono scarse e non esistono dati quantitativi sulle specie presenti. Le attività di scienza partecipata del progetto LIFE4POLLINATORS nelle aree sopraelencate serviranno anche a monitorare la presenza di impollinatori, e i risultati potranno essere trasferiti alle autorità competenti per l'aggiornamento delle schede Natura 2000. La stessa strategia dovrebbe essere adottata da tutte le aree protette in cui si intenda promuovere la collaborazione tra scienziati e conservazionisti (gestori).

RIQUADRO 2. Qualche volta le esigenze per l'impollinazione non sono semplici da individuare.

Il caso di *Petrocoptis grandiflora* (Caryophyllaceae) nel Parco Naturale della Serra Enciña da Lastra, NW della Spagna



Petrocoptis grandiflora è una specie endemica con areale ristretto, che vive solo nelle crepe di pochi metri di calcaree e occupa meno di 10 m² in totale.



Le peggiori minacce per la sua conservazione derivano da alcune attività antropiche nell'area, dalle cave per la produzione di cemento all'arrampicata ricreativa delle pareti dove vive.

P. grandiflora offre agli impollinatori un fiore attraente con un calice lungo chiuso a forma di un tubo e il nettare in fondo.





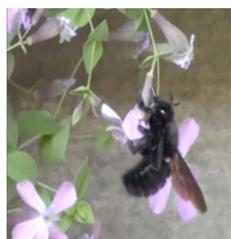
...quindi, in teoria in questo fiore solo gli specialisti, insetti con una ligula lunga come *Anthophora acervorum*, *Bombylius major* e *Macroglossum stellatarum*, hanno una ricompensa. Le antere si toccano con la parte alta della lingua e lì depositano il polline che verrà recapitato allo stigma del fiore visitato dopo.



...ma qualcun altro riesce ad arrivare al nettare in modi "illegittimi". Alcuni fiori vengono di solito bucati attraverso il perianzio tubulare per scavare una scorciatoia al nettare.



...e i responsabili sono insetti opportunisti senza lingue lunghe ma con un apparato boccale forte, prevalentemente *Bombus terrestris* e *Xylocopa violacea*. Accedendo in questo modo al nettare le loro teste restano distanti dalle antere e dagli stigmi, perciò questo insetto ladro di nettare non offre nessun servizio di impollinazione in cambio..



....ma le cose spesso sono più complicate di come appaiono. Nonostante si comportino da ladri, questi insetti contattano le strutture sessuali del fiore con la parte ventrale del loro addome e finiscono comunque con impollinare!

...e questo è un chiaro richiamo di quanto sia importante avere un quadro completo dell'interazione tra fiore e impollinatore per prendere decisioni di conservazione: alcuni visitatori illegittimi sono anche importanti per l'impollinazione e devono essere preservati!

(Per approfondimenti: Navarro, Guitián & Guitián (1993); Navarro & Guitián (2000) and Navarro & Guitián (2003).



I FATTORI CHE LIMITANO LA VITA DEGLI IMPOLLINATORI NELLE AREE PROTETTE

Le Aree Protette non sono isolate dal paesaggio circostante. Ciò significa che un degrado ambientale in zone limitrofe può influenzarne il valore ecosistemico. Tale degrado può essere il risultato di eventi catastrofici, quali siccità e incendi periodici, legati ai cambiamenti climatici o provocati da attività antropiche classificate come “compatibili dal punto di vista ambientale” (ovvero permesse all’interno di aree protette anche se non completamente compatibili). Di seguito menzioniamo alcune delle principali minacce per gli impollinatori, sottolineando la sfida che rappresentano per la gestione delle aree protette.

PERDITA DI HABITAT

Più del 70% della superficie terrestre è modificata per opera di attività umane, che provocano danni sia alla diversità degli habitat che all’interazione tra le specie (IPBES 2018). La perdita di habitat idonei e di risorse alimentari è tra le principali cause del declino delle popolazioni di api (Bates et al., 2011; Biesmeijer et al., 2006; Goulson et al., 2008; Hicks et al., 2016). Allo stesso modo, le pratiche di agricoltura intensiva, come l’uso di erbicidi e insetticidi, sono le principali cause della ridotta connessione tra habitat e della scarsità di piante nettariifere e insetti selvatici in prossimità di colture agricole. Tuttavia, in molte Aree Naturali, in particolare quelle di tipo III, IV e V secondo IUCN (vedere il riquadro di riferimento) la conservazione della biodiversità non è l’unica preoccupazione. Nelle Aree Protette la conservazione dovrebbe coesistere con altri usi che contribuiscono allo sviluppo economico delle comunità locali: l’agricoltura e l’allevamento, il turismo e le attività ricreative. Pertanto, i piani di gestione dovrebbero tenere in considerazione il rischio di perdita di habitat associato all’implementazione delle sopra menzionate attività.

CAMBIAMENTO CLIMATICO

Gli effetti del cambiamento climatico sull’impollinazione si faranno sentire anche nelle Aree Protette, ad esempio con modificazioni fenologiche che causeranno un diseallineamento tra i periodi di fioritura delle piante spontanee e la comparsa degli impollinatori selvatici. In aggiunta a questi sfasamenti temporali, prolungati periodi di siccità e ondate di calore dovuti al cambio climatico, potrebbero causare l’estinzione locale di popolazioni di impollinatori, o determinare una nuova distribuzione geografica delle specie che, in risposta alle nuove condizioni ambientali, migrano. Ciò potrebbe portare alla scomparsa di impollinatori selvatici in determinate aree protette, con effetti a cascata che possono arrivare all’estinzione delle specie più minacciate (e conseguente perdita delle interazioni biotiche e funzioni ecosistemiche in cui erano coinvolte). In generale, una minor connettività tra habitat combinata al cambiamento climatico può colpire negativamente le popolazioni di impollinatori e aumentare il rischio di estinzione, in particolare delle specie specialiste e di quelle incapaci di migrare (Settele et al. 2016).



INTRODUZIONE DI SPECIE ALIENE E INVASIVE (IAS)

In generale, la presenza di specie aliene (specie che sono state introdotte, accidentalmente o intenzionalmente, in un ambiente naturale che è fuori dalla loro area di distribuzione geografica originaria) in una comunità è considerata un fattore disruptivo, con effetti negativi sulle reti di impollinazione locali. Una descrizione di come le specie invasive possano alterare le relazioni tra piante e impollinatori è riportata qui di seguito.

La potenziale competizione degli impollinatori alieni nei confronti delle specie autoctone è stata studiata molto poco in confronto ad altre invasioni biologiche. I maggiori effetti negativi sono causati dalla competizione con gli impollinatori nativi per le risorse florali e per i siti di nidificazione. Ulteriori impatti dovuti alla presenza di impollinatori alieni potrebbero essere la trasmissione di nuovi patogeni e parassiti, un deficit di impollinazione della flora locale o l'impollinazione non voluta della flora esotica (Russo 2016). Le invasioni di insetti alieni colpiscono l'entomofauna nativa con meccanismi complessi, quali ad esempio la competizione indiretta per le risorse, la trasmissione delle malattie o l'alterazione del rapporto pianta-insetto (Kenis et al. 2009).

Meglio documentati sono gli effetti della presenza di piante invasive sulle reti di impollinazione, e alcuni studi sottolineano come i cambiamenti nelle comunità vegetali a seguito di invasioni da parte di specie esotiche rappresentino una delle più importanti minacce per la diversità degli impollinatori selvatici. Normalmente, l'introduzione di una nuova specie in una comunità può indurre serie modificazioni nella struttura delle reti di impollinazione, anche se queste non sono di facile previsione. Nell'area Mediterranea, l'impatto negativo delle piante invasive sull'impollinazione e la riproduzione delle specie native è stato dimostrato da indagini che evidenziano come le piante invasive competano con la flora locale per gli impollinatori, usurpando "legami" nelle reti di impollinazione (Morales & Traveset 2009, Vilà et al. 2009, Tscheulin & Petanidou, 2011, 2013, Ferrero et al. 2013). Ma è anche vero che in alcuni casi la presenza di entità invasive contribuisce ad attirare gli impollinatori, a beneficio anche della flora nativa (Bartomeus et al. 2008). È quindi difficile generalizzare: l'effetto delle piante invasive dipende dal contesto specifico, come dalle caratteristiche e dall'abbondanza dell'invasore. Questa dipendenza dal contesto deve essere considerata dai gestori di siti naturali protetti; se la tutela delle reti ecologiche di impollinazione è considerata prioritaria, occorre tenere presente che non ci sono soluzioni universalmente valide per tutti i contesti.

Il regolamento (EU) 1143/2014 sulle specie invasive (IAS Regulation) fornisce la lista delle specie esotiche invasive di rilevanza per l'UE (https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/list/index_en.htm). Sebbene tutte le specie elencate (Allegato 1) andrebbero monitorate, una selezione di quelle che consigliamo di monitorare in quanto potenziali nemiche di impollinatori e piante nativi del Mediterraneo sarà disponibile sul sito internet del progetto LIFE4Pollinators (<https://www.life4pollinators.eu/en/submission>).



Un caso paradigmatico, che desta preoccupazione sia nelle autorità competenti che nella popolazione, è rappresentato dall'invasione del calabrone asiatico *Vespa velutina nigrithorax*. Questa specie è in piena espansione in grandi aree di Asia ed Europa, incluso il Mediterraneo (www.vespavelutina.eu, www.stopvelutina.it), e l'attenzione che le viene riservata è maggiore di quella rivolta ad altre invasioni biologiche. Questo accade perché gli attacchi di questo calabrone alle api da miele hanno un forte impatto economico sull'apicoltura mediterranea, senza trascurare l'allarme sociale dovuto ai suoi attacchi verso gli esseri umani, spesso addirittura mortali. Tuttavia, essendo l'invasione in Europa molto recente, il suo impatto sulle popolazioni di impollinatori selvatici non è noto. A partire dal suo ingresso in Europa, ovvero all'incirca negli ultimi dieci anni, la maggior parte degli studi si sono focalizzati sulla quantificazione e sul monitoraggio della specie nelle aree invase e specificamente sulle misure per controllare il danno economico all'apicoltura.

SPECIE ALLEVATE INTRODOTTE MASSIVAMENTE

L'introduzione massiva di individui appartenenti a specie di interesse per gli esseri umani implica cambiamenti inevitabili negli habitat naturali. Questo è evidente in attività come l'agricoltura o anche l'allevamento estensivo. Inoltre, anche altre attività tradizionalmente considerate innocue e quindi tollerate o addirittura favorite in molte Aree Protette, possono alterare gli ecosistemi naturali. Geslin et al. (2017) ha raggruppato questi casi sotto il nome inglese di: Massively Introduced Managed Species (MIMS) ovvero "specie allevate introdotte massivamente".

Forse il caso più noto di tali attività antropiche è l'apicoltura: considerata tradizionalmente innocua o addirittura benefica per l'impollinazione e quindi autorizzata nella maggioranza delle Aree Protette europee, ultimamente è stata paragonata ad allevamento estensivo. Infatti, è stato dimostrato che api domestiche e bombi "commerciali" possono essere vettori di infezioni trasmissibili agli impollinatori selvatici (Fürst et al 2014). Inoltre, la competizione indiretta per le risorse floreali è oggi ampiamente documentata (Herrera 2020; Lazaro et al. 2021). Geslin et al. (2017) indicano quattro possibili cause di questo effetto indiretto: (1) l'enorme disproporzione tra il numero di api domestiche (introdotte) e quello delle api selvatiche, (2) le colonie introdotte sono capaci di sfruttare un'enorme quantità di risorse floreali, sia di nettare che di polline da diverse specie di piante, (3) le api da miele rimangono attive durante tutto il corso dell'anno fatta eccezione dei mesi più freddi, mentre la maggioranza delle api selvatiche è attiva solamente per alcune settimane o pochi mesi, (4) le api da miele hanno un raggio di volo per la ricerca di cibo più ampio (distanza media di 1.5 km) delle api selvatiche (100-500 m). La necessità di conoscere la soglia al di sopra della quale la densità delle colonie di api da miele può avere un effetto competitivo dannoso sulle api selvatiche



sembra chiara, anche se l'esatto valore dipende dalla localizzazione geografica, dal clima, dal tipo di habitat, dalla distanza tra gli alveari, ecc.

I gestori dei siti dovrebbero assumersi la responsabilità di definire limiti ragionevoli per le attività di apicoltura all'interno delle aree protette. Considerando la difficoltà di stabilire quale sia la densità massima di colonie da raccomandare, per via della natura eterogenea delle risorse floreali (Torné-Noguera et al. 2016), è preferibile adottare regolamenti cautelativi.

PASCOLO E INCENDIO

Negli ecosistemi mediterranei particolare attenzione va prestata agli effetti del pascolo e degli incendi. La flora del Mediterraneo è stata esposta al pascolo, specialmente da parte di pecore e capre, fin dall'inizio della domesticazione, circa 10.000 anni fa. Nel recente passato, il paesaggio mediterraneo ha registrato un crescente aumento del pascolo e un'elevata densità di bestiame, che talvolta ha causato degrado ambientale. Tuttavia il pascolo è anche funzionale al mantenimento della diversità vegetale, in particolare delle piante a fiore, e quindi degli impollinatori. Un pascolo moderato in ecosistemi di frigána (tipo di macchia mediterranea ad arbusti bassi) è infatti ottimale per piante e impollinatori, perciò anche altri ecosistemi all'interno di Parchi Naturali e Aree Protette potrebbero trarre beneficio da una moderata pressione di pascolo (Lázaro et al. 2016a, b).

La densità degli allevamenti dovrebbe essere monitorata per non superare livelli che incidono negativamente sulla vegetazione, p.e. in tutte le stagioni dovrebbero essere presenti piante fiorite. Un sistema di pascolo a rotazione può fornire alle piante lo spazio e il tempo di fiorire, produrre semi e favorire le popolazioni degli insetti che le visitano (Enri et al. 2017). I gestori di Aree Protette dovrebbero istituire sistemi di pascolo dinamici rotazionali che favoriscano gli impollinatori e le piante che essi impollinano.

Anche gli incendi hanno un ruolo ecologico importante nel Mediterraneo. Gli ecosistemi mediterranei sono infatti facilmente soggetti agli incendi: tale disturbo naturale ha influito sui processi evolutivi e adattativi di molte angiosperme (piante a fiore), come pure degli insetti impollinatori. Incendi moderati possono creare le condizioni ottimali per alcune specie e in molti casi favorire la diversità e la ricchezza di piante e impollinatori (Lazarina et al. 2016, 2017, 2019; Petanidou and Ellis, 1996; Potts and Dafni, 2001). Nonostante sia una pratica di gestione comune in Nord America e Australia, l'incendio controllato viene praticato raramente in Europa e nel Mediterraneo. L'incendio controllato a piccola scala potrebbe aiutare i gestori dei siti protetti a mantenere e favorire la vegetazione adattata al fuoco e fornire allo stesso tempo habitat ottimali per gli impollinatori.



MISURE SUGGERITE PER UN'AREA PROTETTA AMICA DEGLI IMPOLLINATORI

PIANIFICARE LA GESTIONE

Le Aree Protette sono prevalentemente finalizzate alla conservazione della natura, all'osservazione e al monitoraggio della flora e della fauna selvatiche. I portatori di interesse locali spesso non hanno interesse ad applicare misure di protezione della natura perché queste limitano le opportunità di utilizzo del territorio. D'altra parte, essere titolare di attività produttive e commerciali all'interno o vicino a un'area protetta può essere vantaggioso, se l'attività è sviluppata in maniera sostenibile. L'attività potrebbe guadagnare in prestigio e visibilità, l'eventuale produzione agricola e alimentare sarebbe migliore e più sana, perché l'inquinamento è minore e gli ecosistemi più salubri. I gestori delle aree protette dovrebbero sottolineare questi aspetti e a partire da qui sviluppare piani e progetti. Il piano di gestione e i regolamenti di uso di un sito protetto dovrebbero essere elaborati con un processo partecipativo che coinvolga i portatori di interesse locali (come gli agricoltori, gli apicoltori, ecc.), per garantire l'efficacia. Una sezione specifica del piano di gestione di un'area protetta dovrebbe essere dedicata alle specie di animali e piante invasive e proporre misure per l'eradicazione o la mitigazione della loro diffusione (prevenzione, immediata segnalazione, rapida eradicazione e gestione), come suggerito nel regolamento IAS per le specie esotiche invasive.

Il coinvolgimento dei cittadini e dei portatori di interesse locali in progetti di monitoraggio della biodiversità, anche tramite l'approccio della scienza partecipata, potrebbe favorire l'accettazione di misure di protezione e restrizioni da parte delle persone. La Scienza Partecipata dovrebbe essere promossa, usando schemi per il monitoraggio degli impollinatori specifici e facili da utilizzare, p.e. attraverso l'organizzazione di BioBlitz e/o progetti per le scuole e per i cittadini, possibilmente con il supporto di associazioni locali.

RIDURRE L'IMPATTO DELL'AGRICOLTURA

Come già menzionato, l'agricoltura intensiva costituisce una grave minaccia per le aree protette. Fin dalla fine del 20° secolo, in Europa sono state sviluppate politiche per cercare di mitigare questo impatto. Una misura diffusa è la coltivazione di "strisce fiorite" vicino ad aree coltivate per favorire: i) la complessità del paesaggio e dei servizi di impollinazione, ii) il controllo biologico di alcuni insetti nocivi, così da eliminare l'uso dei pesticidi, iii) la diversità vegetale e iv) il mantenimento delle popolazioni di uccelli grazie alla fornitura di cibo, come frutti, semi o invertebrati. Tuttavia, se le specie da piantare non vengono accuratamente selezionate, queste misure potrebbero portare a introduzioni massive come nelle MIMS. Gli studi sugli effetti di queste pratiche mostrano come le stesse favoriscano la diversità e l'abbondanza di insetti comuni, ma non di quelli minacciati o specializzati. Quindi, nonostante queste tecniche di gestione siano in linea di principio positive, è di primaria importanza definire la composizione floristica delle strisce fiorite per soddisfare le necessità ecologiche degli impollinatori locali (Geslin et al. 2017). Questo approccio è fondamentale in zone agricole che si trovano all'interno di aree protette, per le quali la conservazione della biodiversità dovrebbe essere un obiettivo primario.

In generale l'agricoltura, l'allevamento e l'apicoltura dovrebbero essere praticate in maniera sostenibile



così da ridurre l'impatto sugli impollinatori. Questo risultato può essere raggiunto evitando l'uso di pesticidi, rafforzando la rotazione delle colture, piantando strisce di piante a fiore native (con semi di origine regionale) ed evitando lo sfalcio durante la fioritura, promuovendo la creazione di rifugi come i cosiddetti hotel (o condomini) per insetti e impollinatori e lasciando zone del campo incolte per avere più aree adatte disponibili per la nidificazione degli impollinatori selvatici. Le strisce fiorite dovrebbero essere progettate tenendo conto della fioritura scalare delle piante da inserire e prediligendo specie che producono di polline. Lo sfalcio di essenze foraggere nelle praterie e nei pascoli dovrebbe essere regolato e pianificato in modo da lasciarne almeno una porzione in fiore.

AZIONI DI SUPPORTO ALLE POPOLAZIONI DI IMPOLLINATORI SELVATICI

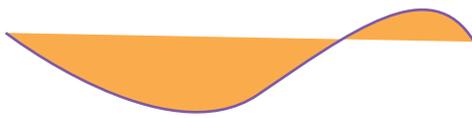
Un'indagine recente (Fisogni et al., 2021) ha dimostrato come specifiche misure di conservazione possano contrastare il declino degli impollinatori in un'area protetta. Nell'ambito del progetto PP-ICON (LIFE09/NAT/IT212) sono stati installati siti di nidificazione di supporto alle api solitarie, le popolazioni di piante spontanee native sono state rafforzate in modo da aumentare la disponibilità di risorse alimentari per gli impollinatori, e sono state rilasciate nell'area di intervento colonie di bombi, allevati a partire da regine selvatiche prelevate nelle aree limitrofe. I risultati mostrano che in seguito a tali azioni concrete, la rete ecologica piante impollinatori è diventata più generalista, con interazioni tra le specie più equamente distribuite, rispecchiando una maggiore robustezza e resilienza all'eventuale scomparsa di una o più specie. Inoltre, il rinforzo delle popolazioni di piante e impollinatori ha portato a un incremento delle visite fiorali. Quindi, fornire siti di nidificazione e rafforzare le popolazioni di piante entomofile e impollinatori nativi rappresentano strategie di successo per affrontare il calo di impollinazione e impollinatori. Uno schema sintetico del progetto PP-ICON è disponibile nel database "Piattaforma delle Conoscenze" (<https://pdc.mambiente.it/it/area/temi/natura-e-biodiversita/progetto-pp-icon>).

MONITORAGGIO

Il censimento e il monitoraggio sono lo strumento principale per individuare precocemente il rischio di estinzione e mettere in atto contromisure mirate.

Dati sugli impollinatori dovrebbero essere raccolti costantemente, per aggiornare le checklist e aumentare le conoscenze sugli impollinatori e i loro habitat, evidenziare specie specialiste e impollinatori notturni (p.e. falene), registrare il comportamento degli impollinatori per quanto riguarda il nutrimento, la nidificazione, l'accoppiamento e lo svernamento, monitorare la presenza e la distribuzione di Specie Aliene Invasive, così da pianificare interventi specifici di eradicazione o mitigazione.

In un'area protetta dove l'apicoltura è estensivamente praticata, dovrebbe essere prioritario promuovere studi per identificare la soglia di densità delle colonie che competono con le api selvatiche, e quindi identificare la densità ottimale degli alveari e regolamentare l'apicoltura, ove necessario considerando persino di sospenderla per alcuni periodi.



CONTRASTARE IL RISCHIO DI ESTINZIONE

Alcune forme di rarità possono essere considerate uno stato naturale, mentre altre sono associate ad un alto rischio di estinzione. Le specie vegetali possono diventare rare a causa di pressioni selettive sia naturali che antropiche (Frankel and Soulé, 1981; Pegtel, 1998; Briggs, 2009). Comunque, si può dire che la sopravvivenza a lungo termine di una specie è basata sul mantenimento della variabilità genetica e della selezione naturale, attraverso riproduzione efficace e ricambio generazionale. Secondo Aronne (2017), a scopo conservazionistico, gli studi finalizzati all'identificazione dei colli di bottiglia nel ciclo vitale dovrebbero essere prioritari, perché prevengono o rallentano i processi di selezione naturale. Uno strumento esplorativo da applicare a specie rare e in pericolo per poter individuare le problematiche nel ricambio generazionale e le loro cause, è il Systematic Hazard Analysis of Rare-endangered Plants (SHARP): questo consiste in una valutazione dei colli di bottiglia nei cicli generazionali di una singola specie di pianta in una data area geografica, e nell'identificazione dei fattori limitanti il ricambio generazionale. La valutazione è specie specifica ed è costituita da due fasi: la FASE 1 è basata sulla raccolta di dati su campo e punta a stringere gli investimenti della conservazione delle risorse (sia in termini di costi che di tempo), identificando quale dei 4 stadi principali (fioritura: produzione e dispersione di semi; germinazione delle plantule, clonazione) corrisponde alla fase riproduttiva più critica per la specie esaminata.

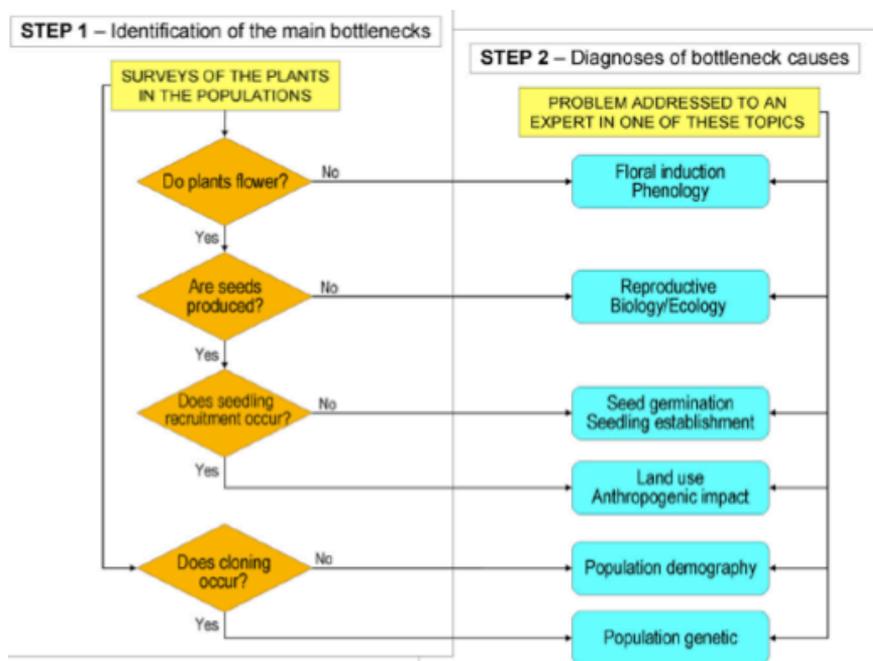
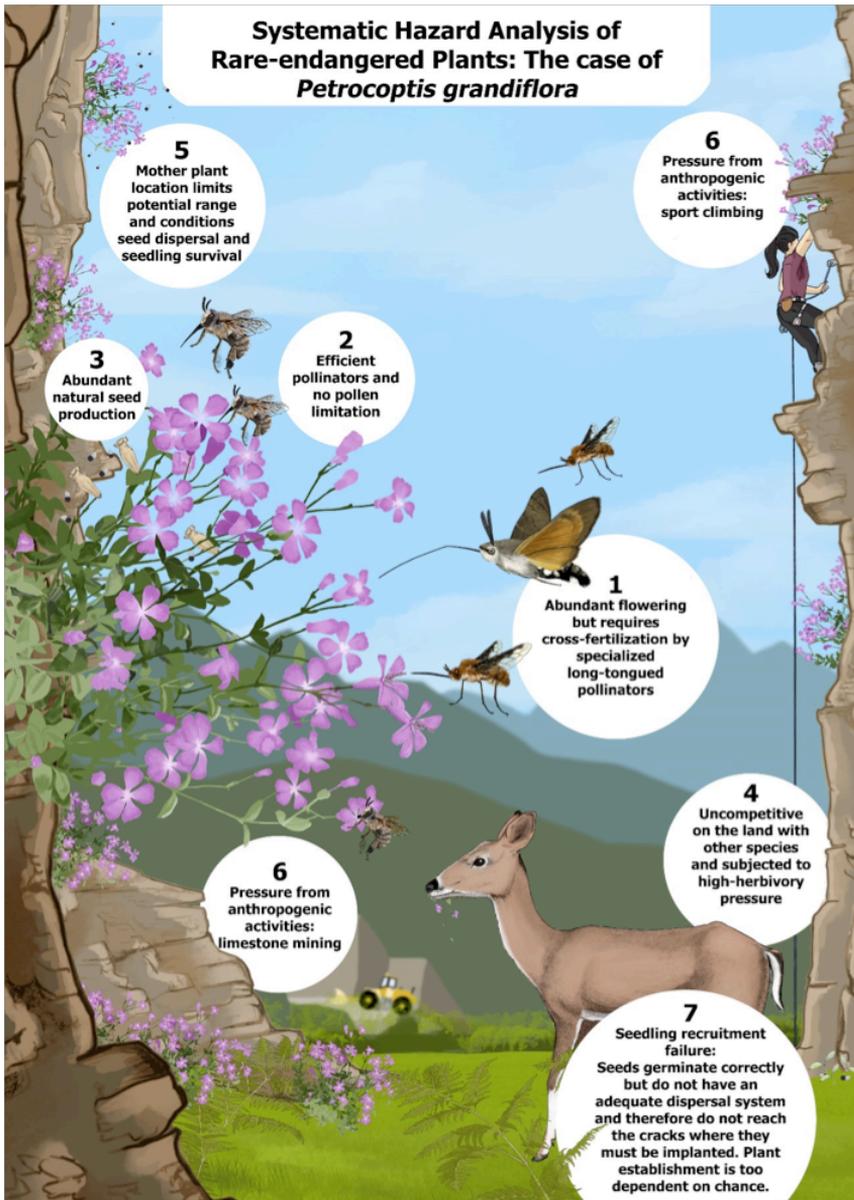


Diagramma illustrativo della FASE 1 e della FASE 2 della procedura SHARP



L'identificazione di una limitazione in una determinata fase durante la FASE 1 (risposta negativa, vedi la figura sotto), dopo un primo controllo positivo, evidenzierà un collo di bottiglia. Per le attività successive (FASE 2) verranno coinvolti i ricercatori con esperienze sulla specifica problematica e sulla specie individuata. La loro ricerca dovrà tendere a comprendere le cause di rottura generazionale e quindi riuscire a pianificare misure di conservazione appropriate.





LISTA DELLE SPECIE ESTRANEE CHE SE PRESENTI IN UN AREA DOVREBBERO ESSERE MONITORATE

LISTA DI PIANTE ALIENE INVASIVE	
<i>Acacia saligna</i>	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	<i>Lagarosiphon major</i>
<i>Andropogon virginicus</i>	<i>Lespedeza cuneata</i>
<i>Arctotheca calendula</i>	<i>Ludwigia grandiflora</i>
<i>Asclepias syriaca</i>	<i>Ludwigia peploides</i>
<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Lygodium japonicum</i>
<i>Cabomba caroliniana</i>	<i>Lysichiton americanus</i>
<i>Cardiospermum grandiflorum</i>	<i>Microstegium vimineum</i>
<i>Carpobrotus edulis</i>	<i>Myriophyllum aquaticum</i>
<i>Cortaderia selloana</i>	<i>Myriophyllum heterophyllum</i>
<i>Ehrharta calycina</i>	<i>Oxalis pes-caprae</i>
<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Parthenium hysterophorus</i>
<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Pennisetum setaceum</i>
<i>Gunnera tinctoria</i>	<i>Persicaria perfoliata</i>
<i>Gymnocoronis spilanthoides</i>	<i>Prosopis juliflora</i>
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	<i>Pueraria lobata</i>
<i>Heracleum persicum</i>	<i>Salvinia molesta</i>
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	<i>Triadica sebifera</i>
<i>Humulus scandens</i>	

LISTA DELLE SPECIE ALIENE POTENZIALMENTE PERICOLOSE PER GLI IMPOLLINATORI	
Maggiore preoccupazione	Minore preoccupazione
<i>Vespa velutina</i> (Asian yellow-legged hornet)	<i>Lasius neglectus</i> (invasive garden ant)
<i>Megachile sculpturalis</i> (Giant-resin bee)	<i>Cacyreus mashalli</i> (pelargonium butterfly)
<i>Linepitema humile</i> (Argentine ant)	<i>Vespa bicolor</i> (black shield wasp)
<i>Zelus renardii</i> (leaf hopper assassin bug)	<i>Megachile disjunctiformis</i>



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Aronne, G. 2017. Identification of bottlenecks in the plant life cycle for sustainable conservation of rare and endangered species. *Front. Ecol. Evol.* 5: 76.
- Bartomeus, I.; Vilà, M.; Santamaría, L. 2008. Contrasting effects of invasive plants in plant-pollination networks. *Oecologia* 155: 761-770.
- Bates, J.P.; Sadler, A.J.; Fairbrass, S.J. et al. 2011. Changing bee and hoverfly pollinator assemblages along an urban-rural gradient. *PLoS One* 6: e23459.
- Biesmeijer, J.C.; Roberts, S.P.M.; Reemer, M. et al. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and The Netherlands. *Science* 313: 351-354.
- Briggs, D. 2009. *Plant microevolution and conservation in human-influenced ecosystems*. New York, NY. Cambridge University Press.
- Buckley, S.; Nabhan, G.P. 2016. Food chain restoration for pollinators: regional habitat recovery strategies involving protected areas of the Southwest. *Nat. Areas J.* 36: 489-497.
- Carbone, L.M.; Tavella, J.; Pausas, J.G. et al. 2019. A global synthesis of fire effects on pollinators. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 28: 1487-1498.
- Carvalho, L.G.; Seymour, C.L.; Veldtman, R. et al. 2010. Pollination services decline with distance from natural habitat even in biodiversity-rich areas. *J. Appl. Ecol.* 47: 810-820.
- Dudley, N. (Ed.) 2008. *Guidelines for applying protected area management categories*. Gland, Switzerland. IUCN.
- Enri, S.R.; Probo, M.; Farruggia, A. et al. 2017. A biodiversity-friendly rotational grazing system enhancing flower-visiting insect assemblages while maintaining animal and grassland productivity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 241: 1-10.
- Ferrero, V.; Castro, S.; Costa, J. et al. 2013. Effect of invader removal: pollinators stay but some native plants miss their new friend. *Biol. Invasions* 15: 2347-2358.



Fisogni, A.; Massol, F.; de Manincor, N.; et al. 2021. Network analysis highlights increased generalisation and evenness of plant-pollinator interactions after conservation measures. *Acta Oecol.* 110: 103689.

Fürst, M.; McMahon, D.; Osborne, J.; et al. 2014. Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. *Nature* 506: 364–366.

Geslin, B.; Gauzens, B.; Baude, M. et al. 2017. Massively introduced managed species and their consequences for plant–pollinator interactions. *Adv. Ecol. Res.* 57: 147-199.

Goulson, D.; Lye, G.C.; Darvill, B. 2008. Decline and conservation of bumble bees. *Annu. Rev. Entomol.* 53: 191-208.

Gutierrez-Arellano, C.; Mulligan, M. 2020. Small-sized protected areas contribute more per unit area to tropical crop pollination than large protected areas. *Ecosyst. Serv.* 44: 101137.

Herrera, C.M. 2020. Gradual replacement of wild bees by honeybees in flowers of the Mediterranean Basin over the last 50 years. *Proc. Royal Soc. B: Biol. Sci.* 287: 20192657

Hicks, D.M.; Ouvrard, P.; Baldock, K.C.R. et al. 2016. Food for pollinators: quantifying the nectar and pollen resources of urban flower meadows. *PloS One* 11: e0158117.

Hipólito, J.; Sousa, B.D.S.B.; Borges, R.C. et al. 2019. Valuing nature’s contribution to people: The pollination services provided by two protected areas in Brazil. *Glob. Ecol. Conserv.* 20: e00782.

Hunter, M.L.; Gibbs, J. 2007. *Fundamentals of conservation biology: Third edition.* Blackwell Publishing.

IPBES. 2018. Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Scholes, R.; Montanarella, L.; Brainich, A. et al. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 44 pages.

Kenis, M.; Auger-Rozenberg, M.; Roques, A. et al. 2009. Ecological effects of invasive alien insects. *Biol. Invasions* 11: 21-45.

Kremen, C.; Williams, N.M.; Bugg, R.L. et al. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecol. Lett.* 7: 1109-1119.



Lazarina, M.; Devalez, J.; Neokosmidis, L. et al. 2019. Moderate fire severity is best for the diversity of most of the pollinator guilds in Mediterranean pine forests. *Ecology* 100: e02615.

Lazarina, M.; Sgardelis, S.P.; Tscheulin, T. et al. 2016. Bee response to fire regimes in Mediterranean pine forests: the role of nesting preference, trophic specialization, and body size. *Basic Appl. Ecol.* 17: 308-320.

Lazarina, M.; Sgardelis, S.P.; Tscheulin, T. et al. 2017. The effect of fire history in shaping diversity patterns of the flower-visiting insects in post-fire Mediterranean pine forests. *Biodiver. Conserv.* 26: 115-131.

Lázaro, A.; Tscheulin, T.; Devalez, J. et al. 2016a. Effects of grazing intensity on flower cover, pollinator abundance and diversity, and pollination services. *Ecol. Entomol.* 41: 400-412.

Lázaro, A.; Tscheulin, T.; Devalez, J. et al. 2016b. Moderation is best: effects of grazing intensity on pollination networks in Mediterranean communities. *Ecol. Appl.* 26: 796-807.

Lázaro, A.; Praz, C.; Müller, A. et al. 2021. Impacts of beekeeping on wild bee diversity and pollination networks in the Aegean Archipelago. *Ecography* 44: 1-13.

Minaheilis, K.; Kantsa, A.; Devalez, J. et al. 2020. Bumblebee diversity and pollination networks along the elevation gradient of Mount Olympus, Greece. *Divers. Distrib.* 26: 1566-1581.

Minaheilis, K.; Kougioumoutzis, K.; Petanidou, T. 2021. Climate change effects on pollinator diversity and distribution along the elevation gradient of Mount Olympus, Greece. *Ecol. Indic.* 132: 108335.

Morales, C.L.; Traveset, A. 2009. A meta-analysis of impacts of alien vs. native plants on pollinator visitation and reproductive success of co-flowering native plants. *Ecol. Lett.* 12: 716-728.

Navarro, L.; Guitián, J.; Guitián, P. 1993. Reproductive biology of *Petrocoptis grandiflora* Rothm. (Caryophyllaceae), a species endemic to Northwest Iberian Peninsula. *Flora* 188: 253-261.

Navarro, L.; Guitián, J. 2000. Variación en el robo de néctar y efecto en la fructificación en *Petrocoptis grandiflora* Rothm. (Caryophyllaceae). In: Péfaur, J.E. (Ed.). *Ecología Latinoamericana. Actas III Congreso Latinoamericano de Ecología*. Publicaciones Universidad de Los Andes-Consejo de Publicaciones, pp: 117-122. CDCHT, Mérida.



Navarro, L.; Guitián, J. 2003. Seed germination and seedling survival on two endemic species of the northwest Iberian Peninsula. *Biol. Conserv.* 109: 313-320.

Petanidou, T.; Ellis, W. 1996. Interdependence of native bee faunas and floras in changing Mediterranean communities. In: Matheson, A.; Buchmann, S.L.; O'Toole, C. et al. (Eds) *The conservation of bees*. Linnean Society Symposium Series 18. International Bee Research Association / Linnean Society of London / Academic Press. London, UK. pp 201-226.

Potts, S.G.; Dafni, A. 2001. Pollination of core flowering shrub species in Mediterranean phrygana: variation in pollinator diversity, abundance and effectiveness in response to fire. *Oikos* 92: 71-80.

Rojas-Nossa, S.V.; Calviño-Cancela, M. 2020. The invasive hornet *Vespa velutina* affects pollination of a wild plant through changes in abundance and behaviour of floral visitors. *Biol. Invasions* 22: 2609-2618.

Russo, L. 2016. Positive and negative impacts of non-native bee species around the world. *Insects* 7: 69.

Settele, J.; Bishop, J.; Potts, S.G. 2016. Climate change impacts on pollination. *Nature Plants* 2: 1-3.

Torné-Noguera, A.; Rodrigo, A.; Osorio, S.; et al. 2016. Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic Appl. Ecol.* 17: 199-209.

Tscheulin T.; Petanidou T. 2011. Does spatial population structure affect seed set in pollen-limited *Thymus capitatus*? *Apidologie* 42: 67-77.

Tscheulin T.; Petanidou T. 2013. The presence of *Solanum elaeagnifolium*, an invasive plant in the Mediterranean, increases pollen limitation in the native co-flowering species *Glaucium flavum*. *Biol. Invasions* 15: 385-393.

Valiente Banuet, A.; Aizen, M.A.; Alcántara, J.M. et al. 2015. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Funct. Ecol.* 29: 299-307.

Vilà, M.; Bartomeus, I.; Dietzsch, A.C. et al. 2009. Invasive plant integration into native plant-pollinator networks across Europe. *Proc. Royal Soc. B* 276: 3887-3893.





LIFE 4 POLLINATORS

LIFE18 GIE/IT/000755



SII CONSAPEVOLE...
PRENDITI CURA...
FAI LA TUA PARTE...

...PER AIUTARE
GLI IMPOLLINATORI