




LIFE 4 POLLINATORS

IMPLICAR LA GENT PER A PROTEGIR LES ABELLES SILVESTRES I ALTRES
POL·LINITZADORS EN EL MEDITERRANI



**MANUAL PER A
GESTORS DE PARCS
NATURALS I ÀREES
PROTEGIDES**



CRÈDITS

Aquest manual ha estat elaborat durant la implementació del **LIFE18 GIE / IT / 000755** cofinançat pel Programa LIFE de la Unió Europea

Autors i col·laboradors:

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

Marta Barberis – Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

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

Elise Maria Keller – BiGeA, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Coordinador beneficiari: Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Bologna, Italy



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Universida deVigo



www.life4pollinators.eu



ÍNDEX

7	.....INTRODUCCIÓ A LA POL·LINITZACIÓ I ELS POL·LINITZADORS
7	.....QUE ES LA POL·LINITZACIÓ?
8	.....PER QUÈ ELS POL·LINITZADORS VISITEN FLORS?
9	.....ENTENENT LA CONTRIBUCIÓ DELS POL·LINITZADORS
10	.....HÀBITS DE VIDA
11	.....QUINS SÓN ELS PRINCIPALS GRUPS D'INSECTES POL·LINITZADORS?
11	.....HIMENÒPTERS
15	.....DÍPTERS
17	.....LEPIDÒPTERS
17	.....COLEÒPTERS
19	.....LA POR A LES PICADES
21	.....MANUAL PER A GESTORS DE PARCS NATURALS I ÀREES PROTEGIDES
21	.....OBJECTIU DE MANUAL
21	.....LA IMPORTÀNCIA DELS PARCS NATURALS I LES ÀREES NATURALS PROTEGIDES
23	.....DEFINICIÓ, CATEGORIES I PRINCIPALS OBJECTIUS DE LES ÀREES NATU- RALS PROTEGIDES SEGONS LA IUCN
25	.....DIRECTIVA D'HÀBITATS I POL·LINITZADORS EN LA MEDITERRÀNIA
26	.....DE VEGADES ELS REQUISITS DE LA POL·LINITZACIÓ NO SÓN EVIDENTS
28	.....FACTORS QUE LIMITEN LA VIDA DELS POL·LINITZADORS EN LES ÀREES NATU- RALS PROTEGIDES
28	.....PÉRDUA D'HÀBITAT
28	.....CANVI CLIMÀTIC
29	.....INTRODUCCIÓ D'ESPÈCIES EXÒTIQUES INVASORES
30	.....INTRODUCCIÓ MASSIVA D'ESPÈCIES DOMÈSTIQUES
31	.....PASTOREIG I FOC
32	.....MESURES DE GESTIÓ PER A ÀREES NATURALS PROTEGIDES AMIGABLES AMB ELS POL·LINITZADORS
32	.....PLANIFICACIÓ DELS MANEIG
33	.....REDUIR L'IMPACTE DE L'AGRICULTURA
33	.....AFAVORIR LES POBLACIONS DE POL·LINITZADORS SILVESTRES
34	.....MONITOREIG
35	.....CONTRARESTA EL RISC D'EXTINCIÓ
37	.....LLISTAT D'ESPÈCIES EXÒTIQUES QUE CAL MONITORAR
38	.....REFERÈNCIES

INTRODUCCIÓ A LA POL·LINITZACIÓ I ELS POL·LINITZADORS

Les plantes i els animals estan relacionats de moltes formes, una d'elles és la pol·linització.



POL·LINITZACIÓ CREUADA. FERTILITZACIÓ CREUADA
DESPRÉS QUE EXISTEIXI POL·LINITZACIÓ ENTRE
PLANTES GENÈTICAMENT DIFERENTS

AUTOGÀMIA. AUTOFERTILITZACIÓ DESPRÉS
QUE EXISTEIXI POL·LINITZACIÓ ENTRE FLORS
HERMAFRODITES O ENTRE FLORS DE LA
MATEIXA PLANTA.



Illustration by Marta Barberis

QUÈ ÉS LA POL·LINITZACIÓ?

La pol·linització és fonamental per a la reproducció sexual de les plantes amb flors (angiospermes). Implica la transferència de pol·len (que conté els gàmetes masculins/material genètic) de les anteres (part de la flor masculina) a l'estigma (part femenina) de les flors. La transferència pot ocórrer en la mateixa flor o entre flors diferents (tant de la mateixa planta com de diferents plantes). Una vegada que el pol·len arriba a l'estigma pot germinar, iniciant el posterior procés de fertilització, que finalitza amb el desenvolupament de llavors i fructificació.

Moltes plantes requereixen un „servei“ de pol·linització, és a dir, un vector que transfereix el pol·len d'una flor a una altra. En alguns casos, el pol·len és transportat pel vent (anemofília), i més rarament per l'aigua (hidrofília), però per a aproximadament el 90% de les espècies vegetals conegudes, els vectors són pol·linitzadors animals (zoofília).

La pol·linització per animals implica una associació entre plantes i pol·linitzadors, una as



sociació que determina la seva coevolució. És per això que la ràpida diversificació de les angiospermes, des de la seva aparició en la Terra fa 135 milions d'anys i que va conduir a la seva gran diversitat actual (unes 300.000 espècies estimades), va dependre en gran manera de la seva coevolució amb els pol·linitzadors. A tot el món, els pol·linitzadors principals i més eficaços són els insectes: abelles i vespes (himenòpters), mosques (dípters), escarabats (coleòpters), papallones i arnes (lepidòpters), així com uns certs insectes (hemípters). Les abelles silvestres i els sírfids (un tipus de mosques) exerceixen un paper especial. A més dels insectes, diferents espècies de vertebrats i altres invertebrats també poden actuar com a pol·linitzadors: ocells, mamífers (inclosos les ratapinyades), caragols i fins i tot rèptils (sargantanes).

PER QUÉ ELS POL·LINITZADORS VISITEN FLORS?

Tots els animals pol·linitzadors se senten atrets per les flors, on sovint troben una „recompensa“ en forma de menjar, que pot ser tant nèctar com pol·len. A mesura que el pol·linitzador recol·lecta la recompensa, el pol·len s'adhereix al seu cos i involuntàriament transporta i diposita el pol·len en altres flors. Es tracta d'un intercanvi de béns i serveis en tota regla entre dos organismes que, per tant, són mútuament dependents.

A més de ser indispensable per a la vida, la pol·linització també és un servei ecosistèmic d'enorme importància per als éssers humans, ja que l'agricultura i la producció d'aliments depenen directament d'aquest procés natural. Fins al 75% dels 111 principals cultius mundials depenen de la pol·linització per insectes. Gallai i el seu equip (2009) van estimar l'impacte econòmic mundial d'aquest servei ecosistèmic l'any 2005 en 153 000 milions d'euros anuals a escala mundial i 15 000 milions d'euros anuals a Europa (iniciativa dels pol·linitzadors de la UE). Cultius com a síndries, carabasses, melons, ametlles i cireres depenen de la pol·linització d'insectes fins a un 90% de la producció.

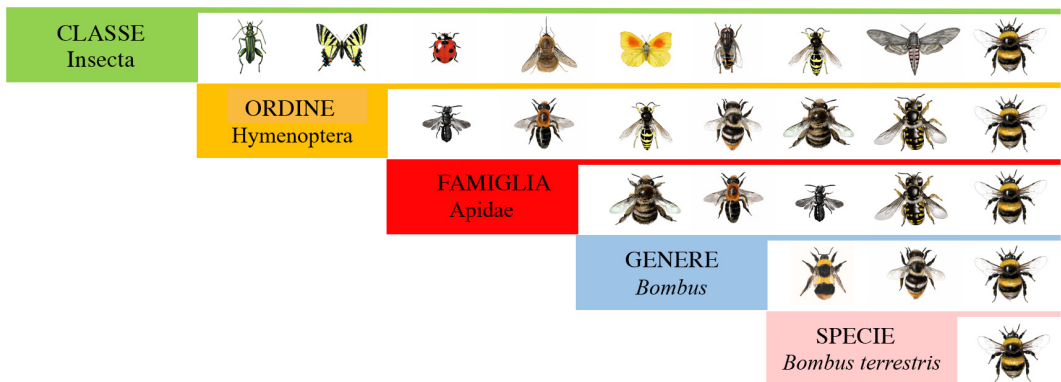
Des de finals del segle XX, hi ha hagut una disminució de les poblacions d'insectes pol·linitzadors a tot el món. La pèrdua d'hàbitat, el canvi d'ús de la terra, l'agricultura intensiva, l'ús de pesticides i herbicides, la introducció d'espècies invasores i el canvi climàtic són les principals causes d'aquesta pèrdua. La Llista Vermella Europea de la UICN revela que les poblacions del 37% de les espècies d'abelles i del 31% de les espècies de papallones estan disminuint, i que el 9% de les abelles silvestres estan en perill d'extinció (Proposta Per a un Pla de Seguiment de Pol·linitzadors de la UE: Potts et al.2021). No obstant això, l'aspecte més preocupant és que encara es desconeix l'estat de conservació de la majoria dels pol·linitzadors, especialment en l'extremadament diversa Regió del Mediterrani.



ENTENDRE LA CONTRIBUCIÓ DELS POL·LINITZADORS

Actualment ens enfrontem a una disminució alarmant de pol·linitzadors i les mesures de conservació són necessàries per a contrarestar aquesta disminució. No obstant això, aquest esforç no es pot realitzar tret que les persones estiguin degudament informades sobre la importància dels pol·linitzadors i les conseqüències de la pèrdua de biodiversitat. Enquestes d'opinió recents mostren que gran part dels actors del sector agroalimentari desconeixen la importància dels pol·linitzadors silvestres i desconeixen les causes del seu declivi. Aparentment, no comprenen el gran risc que representa l'agricultura intensiva i l'ús de plaguicides i subestimen la importància d'administrar els hàbitats d'una manera amigable per als pol·linitzadors. D'altra banda, els ciutadans europeus es preocupen cada vegada més per la seguretat alimentària i la sostenibilitat mediambiental. Una creixent consciència social per la naturalesa i l'estima per les activitats a l'aire lliure significa que més persones estan interactuant amb les flors i els seus visitants. Potser una millor comprensió del paper que juguen els pol·linitzadors pugui provenir de l'experiència directa?

A continuació, es presenta una breu guia dels insectes pol·linitzadors mediterranis que un pot trobar en un passeig pel camp, un jardí o un parc. Es presenten amb una descripció general basada en l'ordre taxonòmic o la família (veure el següent quadre sobre categories taxonòmiques) i notes sobre la biologia de les espècies més emblemàtiques o carismàtiques.





HÀBITS DE VIDA

Per tal de protegir els pol·linitzadors i el servei ecosistèmic que proporcionen, hem d'entendre bé el seu cycle vital i no només la seva relació amb les flors. Malgrat que la visita a les flors és el que fa efectiva la pol·linització i condiona la producció de fruits i llavors, tots els visitants florals necessiten condicions particulars per nidificar i per alimentar la seva descendència, de manera que puguin estar sempre presents a la natura.

Els insectes pol·linitzadors, especialment les abelles, es poden distingir en funció de la seva organització social. Les abelles socials, com les abelles de la mel, els borinots i algunes abelles silvestres, formen colònies amb molts individus i crien moltes larves al mateix temps. Aquests insectes necessiten recollir massivament recursos com pol·len i nèctar, per la qual cosa la disponibilitat de flors és important per al creixement i el manteniment saludables de la seva colònia. Avui en dia, quasi totes les abelles mel·líferes són gestionades per apicultors, que proporcionen condicions de nidificació amb ruscós artificials, però també és possible trobar colònies silvestres d'abelles mel·líferes (com també nius de les vespes comunes) amagades en forats d'arbres, entre escletxes de parets i murs, i de vegades inclús dins les xemeneies de les cases. Altres insectes com els borinots, en canvi, poden reciclar forats a terra fets per petits mamífers per poder fer el niu.

Com les seves companyes socials, les abelles silvestres també depenen del pol·len i del nèctar per a elles i les seves larves. Especialment a la Mediterrània, les abelles silvestres constitueixen la major part de la diversitat d'abelles, tot i que tenen poblacions que no són comparables a les d'abelles mel·líferes. Les abelles silvestres són principalment solitàries, la majoria d'elles viuen en túnels subterranis excavats en el sòl nuu, al llarg de camins al camp o en jardins urbans. Les seves entrades al niu són força senzilles, com ara petits forats a terra. De vegades, encara que siguin solitàries, moltes femelles s'agrupen i nidifiquen una a prop de l'altra. Altres abelles solitàries construeixen els seus nius utilitzant cavitats existents en branques o canyes. Les espècies que nidifiquen a terra i que fan els nius amb branquetes i material vegetal dediquen bona part del seu temps a les activitats de nidificació, netejant i preparant les cel·les per a les seves larves. La seva activitat consisteix tant a recollir pol·len per a les larves com a construir el niu. Moltes abelles silvestres són especialistes, és a dir, visiten una o algunes espècies vegetals; per tant, la varietat de flors disponibles en una zona és molt important.

Les mosques, les papallones, els papallons i els escarabats no construeixen refugis per a les seves larves; sovint necessiten espècies vegetals concretes per posar-hi els ous. Normalment, col·loquen els ous sota les fulles, escollint les plantes que seran l'aliment de les erugues recentment emergents.



QUINS SÓN ELS PRINCIPALS GRUPS D'INSECTES POL·LINITZADORS?

Himenòpters

Es tracta d'un ampli ordre que inclou a les conegudes abelles, vespes i formigues. Aquestes darreres, encara que a vegades visiten les flors a la recerca de nèctar, solen considerar-se pol·linitzadores poc eficients, ja que el pol·len no sobreviu fàcilment en els seus cossos.

Abelles

Les abelles són el major grup de pol·linitzadors. Han evolucionat en estreta relació amb les flors. Tot l'aliment que necessiten procedeix de les flors: el nèctar, especialment ric en sucres, sustenta l'activitat diària de les femelles; el pol·len, ric en proteïnes, alimenta les larves. Per això, el cos de les abelles, cobert de pèls, està dissenyat per atrapar la major quantitat de pol·len possible. Existeixen estructures precisament evolucionades per a la recol·lecció del pol·len, i la visita a les flors és la principal activitat de les abelles. Les abelles recullen el pol·len per a criar la seva progènie, però una part del pol·len continua estant disponible per ser compartit entre les flors. La constància de les abelles a visitar el mateix tipus de flors, descrita per primera vegada per Aristòtil, augmenta la possibilitat d'èxit en la producció de llavors. Les abelles són constants en la cerca d'aliment en un interval de temps determinat, per la qual cosa gairebé sempre poden considerar-se bones pol·linitzadores. A més, les grans colònies d'abelles socials produeixen molts individus, multiplicant el nombre de pol·linitzadors efectius en una zona. Una mateixa espècie d'abella pot visitar nombroses espècies de plantes, però també hi ha abelles especialistes, que visiten una o molt poques espècies de plantes. Malgrat les seves preferències d'alimentació, ambdues semblen igualment sensibles a la fragmentació de l'hàbitat i és necessari preservar la important tasca que realitzen.

Les espècies d'abelles europees poden dividir-se en dos grups principals i sis famílies: abelles de llengua llarga, de les famílies Apidae i Megachilidae; i abelles de llengua curta, de les famílies Andrenidae, Colletidae, Halictidae i Melittidae. Les abelles són presents en tots els hàbitats terrestres d'Europa, amb la major varietat d'espècies en el sud del continent i, en particular, en la regió de clima mediterrani. Mentre que a tot el món hi ha unes 20.000 espècies d'abelles, a Europa les xifres més actualitzades indiquen unes 2.051 espècies.

En la família Apidae es pot trobar una gran varietat de grandàries, formes i colors. Hi ha uns 30 gèneres i més de 550 espècies a Europa. És la família d'abelles més diversa, que inclou a l'abella mel·lífera (*Apis mellifera*) i els borinots (*Bombus*). Són espècies socials molt conegudes, utilitzades i criades per a la pol·linització dels cultius. Algunes s'assemblen als borinots, per exemple, espècies dels gèneres *Anthophora*, *Amegilla*, *Habropoda* i *Eucera*,



gairebé totes generalistes. Un altre grup d'espècies socials i solitàries que nidifiquen són els gèneres *Ceratina* i *Xylocopa*. Aquestes abelles fusteres nidifiquen en cavitats naturals en els troncs i altres materials vegetals. Aquesta família també inclou moltes abelles cleptoparàsites (per exemple, *Nomada*, *Melecta*, *Thyreus*, *Epeolus*, *Pasites*), comunament anomenades abelles cucut, que, com l'ocell cucut, posen els seus ous en els nius d'altres abelles.

Les espècies de la família Halictidae són, a la primavera, les més comunes en moltes flors i margarides dels camps, i moltes d'elles, del gènere *Lasioglossum*, s'assemblen a les formigues en forma i grandària, negres i gairebé sense pèl. *Halictus* és un altre gènere d'aquesta família. Són més grans i tenen bandes amples en l'abdomen i, juntament amb les abelles mel·líferes, els borinots i les abelles fusteres, formen colònies socials de nidificació. Les femelles dels gèneres *Halictus* i *Lasioglossum* mostren un solc en la punta de l'abdomen, que és fàcil de veure amb un bon objectiu i a contra llum mentre enfonsen el cap en la flor per a succionar el nèctar. Altres gèneres, menys comuns, però d'igual importància, estan constituïts per espècies solitàries que manquen del solc en la punta de l'abdomen. Aquestes espècies van des de les abelles majoritàriament grogues i metàl·liques, de pocs mil·límetres dels gèneres *Ceylalicthus* i *Nomioides* fins a les de la grandària d'una abella mel·lífera del gènere *Pseudapis*. Algunes són cleptoparàsites i altres estan molt especialitzades en les seves preferències de pol·len. El gènere *Sphecodes* està representat per les característiques abelles cucut negres i vermelles. Altres gèneres, com *Dufourea*, *Rophites* i *Systropha*, consten de poques espècies especialitzades i poc freqüents.

La gran família Andrenidae inclou abelles d'una gran varietat de grandàries, des de molt petites fins a mitjanes i grans, la majoria pertanyents al gènere *Andrena*. Les femelles nidifiquen en túnels profunds en el sòl, soles o en grups comunals. Això els atorga el nom d'"abelles mineres". A la regió mediterrània, els andrènids es troben entre les abelles solitàries més freqüents a la primavera i principis d'estiu. Moltes espècies tenen un període curt d'activitat i, per tant, s'especialitzen en les flors d'una família o gènere de plantes. A més de *Andrena*, la família inclou els gèneres *Melitturga*, amb ulls grans, un tret que els fa semblar mosques, i *Panurgus*, petites abelles negres sense pèl que es troben gairebé exclusivament en flors grogues semblants a les margarides.

La família Melittidae inclou abelles molt especialitzades. Nidifiquen en el sòl i es troben en un nombre limitat d'hàbitats. Els individus del gènere *Dasypoda* poden veure's en hàbitats arenosos secs, transportant grans masses de pol·len adherides a les seves peludes potes posteriors. El pol·len es recol·lecta de flors semblants a margarides. Les abelles dels gèneres *Melitta* i *Macropis* es troben típicament en hàbitats de albuferes o al llarg de rierols on



s'especialitzen en la recol·lecció de pol·len de flors. Els individus de *Macropis* visiten les flors de *Lysimachia* per a recol·lectar olis vegetals.

La família Megachilidae inclou espècies conegudes com a constructores de nius, principalment sobre el sòl en cavitats preexistents i amb menys freqüència sota terra. Utilitzen diversos materials (com a fibres vegetals, fulles, resines, sorra i fang) per a revocar les parets dels seus nius. Aquestes activitats els donen noms com a „abella paleta“ (*Osmia*), „abella talladora de fulles“ (*Megachile*) i „abella cardadora de llana“ (*Anthidium*). Els nius fets amb pètals de flors de colors (o fins i tot bosses de plàstic) no són inusuals! Els membres d'aquesta família també són coneguts per nidificar en forats d'objectes que van des de petxines de caragols fins als orificis de les portes. Les femelles són fàcilment detectades pel pol·len que porten en la escopa, una capa gruixuda de pèls en la part ventral de l'abdomen. Visiten moltes espècies de plantes, però algunes poden ser especialistes. Les espècies d'*Osmia* i *Megachile* s'utilitzen cada vegada més per a pol·linitzar cultius fruiters específics, com a pomes i trèvol o cultius farratgers, com a alfals. Per contra, els gèneres *Coelioxys* i *Dioxys* inclouen espècies d'abelles cucut que ataquen els nius de *Anthophora* i altres megachílids

Quan parlem d'abelles silvestres ens referim a aquelles espècies que no han estat domesticades pels humans. Sovint, degut al desconeixement, quan es parla d'abelles es té tendència a pensar sobretot en la coneguda abella de la mel, passant desapercebuda tota la gran diversitat d'abelles que viuen de manera silvestre. De fet, la regió Mediterrània és una regió molt diversa en abelles silvestres.

Vespes

Les vespes són un grup divers d'insectes amb diferents formes de vida. Algunes són eusocials i viuen en colònies, però la majoria són espècies solitàries. També hi ha vespes paràsites que dipositen els ous sobre altres insectes (hostes) causant-los la mort, i vespes cleptoparàsites que dipositen els seus ous en el niu d'altres vespes o abelles i utilitzen els recursos emmagatzemats per l'hoste per alimentar les seves larves. Existeixen moltes famílies i subgrups de vespes arreu del món. A la regió mediterrània, les més importants són les vespes cucut (*Chrysididae*), les vespes aranya (*Pompilidae*), *Scoliidae*, *Sphecidae*, els icneumònids (*Ichneumonidae*) i els vèspids (*Vespidae*).



Moltes vespes s'alimenten de pol·len i nèctar durant la seva etapa adulta, per la qual cosa també són visitants freqüents de les flors, però a diferència de les abelles, les vespes no estan cobertes de pèl i no tenen estructures especialitzades per al transport de pol·len. Per tant, és menys probable que el pol·len s'adhereixi al seu cos quan visiten les flors, i generalment són pol·linitzadores menys eficients que les abelles. No obstant això, hi ha excepcions, com les vespes de la figuera, que són pol·linitzadores extremadament especialitzades. Estan presents en gairebé tots els hàbitats de la regió mediterrània i solen preferir els llocs assolellats. Nidifiquen en petits forats d'arbres, murs, ruïnes o monticles de vegetació. Algunes espècies també nidifiquen en el sòl, en el fang o en l'arena.

Quan es veuen amenaçades, les vespes socials emeten feromones que indueixen al rusc a defensar-se. Només les vespes femelles tenen fibló i, a diferència de les abelles, les vespes poden picar diverses vegades. Les vespes tenen una gran capacitat per controlar les plagues agrícoles o forestals a causa del seu paper com a depredadores. Per això, des d'alguns sectors agrícoles s'utilitzen com a remei ecològic.

El canvi climàtic, el comerç internacional i la mobilitat global han provocat el desplaçament de moltes espècies autòctones. Algunes d'aquestes espècies, quan arriben a un nou territori, poden tenir un comportament invasor, competint i desplaçant les espècies autòctones locals. Un cas que està afectant la regió mediterrània en els últims anys és el de la vespa asiàtica (*Vespa velutina*), una espècie que ataca els ruscos de l'abella domèstica i altres poblacions d'himenòpters solitaris.



DÍPTERS

Els dípters (coneguts normalment com a mosques) són un grup d'insectes de gran importància per a la pol·linització després de les abelles. No obstant, el grup és molt heterogeni pel que fa a la dependència de les espècies de les flors i l'eficàcia de la pol·linització. Les mosques visiten una gran varietat d'espècies florals i algunes d'elles són importants pol·linitzadores de diversos cultius, especialment les de les famílies de la pastanaga, la mostassa i la rosa.

La família més important és la dels sírfids (*Syrphidae*), també coneguts com a mosques de les flors. A la Mediterrània, la família abasta més de 500 espècies, que varien en la seva dependència de les flors i la seva eficàcia de pol·linització. Només els adults visiten les flors per obtenir nèctar i pol·len, la qual cosa implica que cap d'aquestes espècies depèn exclusivament de les flors, ja que les larves poden ser fitòfagues, sapròfagues o depredadores. Es donen en tots els continents, sent la seva presència bastant constant en les zones més humides (en comparació amb les seques de la Mediterrània). Solen visitar flors més aviat blanques o grogues, principalment obertes o en forma de bol en les quals el nèctar i el pol·len són fàcilment accessibles. Molts d'ells són imitadors de les vespes i tenen un exoesquelet molt lleuger. Una espècie digna d'esment és *Eristalis tenax*, cosmopolita i migrant amb un gran potencial per a la pol·linització de cultius, per la qual cosa es cria en diverses parts del món. També cal destacar el gènere *Merodon*, que engloba espècies que depenen doblement de les plantes bulboses mediterrànies: les seves larves s'alimenten dels bulbs i els adults visiten les flors per obtenir nèctar i pol·len.

Les mosques abella (*Bombyliidae*) són menys nombroses en comparació amb els sírfids, però són molt aficionades a les flors i algunes d'elles són importants pol·linitzadores. El seu nom revela el seu aspecte: a causa del seu cos pelut s'assemblen a les abelles; de fet, algunes d'elles són imitadores de les abelles. La majoria de les espècies són paràsites d'altres insectes, la qual cosa suggereix que les seves larves no depenen de les flors, malgrat els adults de moltes espècies sí que depenen d'aquest recurs: els seus aparells buccals modificats per xuclar el nèctar de les flors poden ser tan llargs com quatre vegades la longitud del cap. En conseqüència, la probòscide constitueix la característica més destacable d'aquests insectes, que juntament amb la discreta coloració de les venes de les ales i el seu brunzit en volar, fan que les mosques abella siguin fàcils de veure i reconèixer.

Una altra família és *Nemestrinidae*, de poques espècies però que es distribueixen per tot el món. S'assemblen molt a les mosques abella per la llarguíssima probòscide i les venes de les seves ales, encara que són molt menys peludes. Les larves són paràsites d'altres grups d'insectes, per la qual cosa només els adults visiten les flors, principalment per obtenir nèc



tar. Algunes espècies són considerades importants controls biològics per a les plagues agrícoles de llagosts.

Calliphoridae és una altra família de dípters que cal esmentar en el context de la pol·linització on les espècies és caracteritzen per tenir una coloració metàl·lica brillant. Encara que no són grans pol·linitzadors, destaquen per ser presents en molts hàbitats, alimentant-se de diverses fonts d'aliment, entre elles el nèctar, actuant així com pol·linitzadors ocasionals. Com que freqüenten zones degradades o privades d'abelles i altres pol·linitzadors més especialitzats, poden ser de les poques espècies que facin el treball de pol·linitzador en absència d'altres espècies. Aquests insectes poden criar-se en captivitat, per la qual cosa poden aplicar-se en gran nombre com a pol·linitzadors de cultius en hivernacles (per exemple, en el cultius de cebes).

LEPIDÒPTERS

Les papallones i les arnes (també anomenats papallons) constitueixen el grup dels lepidòpters. Gairebé totes les espècies de lepidòpters tenen una llengua o probòscide especialment adaptada per a la succió. Tant les papallones com les arnes es caracteritzen per tenir llengües molt llargues, però la principal diferència entre elles es basa en la seva activitat: diürna per a les primeres i nocturna per a les segones. Normalment, els lepidòpters són guiats cap a les flors per una combinació de color i olor.

Les papallones visiten una àmplia gamma de flors, preferint les de colors vius (vermell, groc, taronja), i solen volar quan fa calor. Les papallones poden reconèixer els colors, ja que perceben més longituds d'ona que nosaltres i, a diferència de les abelles, poden veure el color vermell. Es posen sobre les flors per alimentar-se, per la qual cosa aquestes han d'oferir-los-hi una superfície d'aterratge. Les papallones són menys eficaces que altres pol·linitzadors, com les abelles, a l'hora de traslladar el pol·len entre les plantes. Les potes i la llengua de la papallona són més llargues i estan més allunyades del pol·len de la flor, per la qual cosa queda menys pol·len atrapat en les seves parts del cos que en les abelles. No obstant això, les papallones tenen tendència a visitar unes poques flors d'una planta i després volar a una altra, convertint-les en bons vectors de pol·len, ja que poden transportar el pol·len a llargues distàncies. Això facilita la pol·linització creuada (entesa com a la pol·linització entre diferents individus de la mateixa espècie vegetal) i garanteix una bona barreja genètica. Les plantes es beneficien d'aquest augment de la diversitat genètica. A més, s'ha demostrat que el pol·len, adherit a la llarga llengua de les papallones, es manté fresc durant molt de temps i garanteix la valuosa pol·linització a llarga distància.



Les papallones viuen en molts hàbitats mediterranis, com boscos, garrigues, prats, camps de cultiu, o fins i tot parcs i jardins de les grans ciutats. Són molt sensibles a les variacions de temperatura i es sap que algunes són espècies migrants. Per aquest motiu (i especialment en les darreres dècades), el seguiment de les poblacions de papallones sol incloure's en els estudis sobre el canvi climàtic. Segons la darrera avaluació de la UICN, a la regió mediterrània hi ha unes 462 espècies de papallones, de les quals 19 (5%) estan en risc d'extinció i 15 són endèmiques de la regió.

Les arnes visiten plantes amb flors pàl·lides o blanques; aquestes solen difondre fragància abundant i oferir nèctar diluït. Els papallons no sempre es posen en les flors: a vegades xuc-len el nèctar mentre voletegen sobre elles. El cos dels papallons és pelut, i el pol·len queda atrapat en el pelatge i en la llengua quan s'alimenten. Un estudi realitzat en les zones agrícoles va demostrar que les arnes tendeixen a visitar el mateix tipus de plantes que durant el dia visiten els pol·linitzadors diürns, contribuint també a la transferència de pol·len.

COLEÒPTERS

Els escarabats són considerats com a pol·linitzadors primitius i això té un doble sentit. En primer lloc, entre els principals grups de pol·linitzadors, els escarabats han estat els més antics de la Terra a visitar sistemàticament les flors i transportar el pol·len, per la qual cosa són els que mantenen una relació mutualista més antiga amb les plantes amb flors. En segon lloc, i a conseqüència del fet que els seus caràcters primitius relacionats amb les flors han canviat poc des de llavors, es reconeixen per la seva anatomia corporal i el seu comportament de visita a les flors. Pel que fa a l'anatomia del cos (pesat i poc pelut), els aparells buccals dels escarabats estan adaptats principalment per mastegar més que per absorbir, i les seves ales (èlitres) estan adaptades per protegir-se dels enemics més que per afavorir el vol. De la mateixa manera, el seu comportament no suggereix una alta eficiència de pol·linització, ja que aquests animals són bastant sedentaris, passen molt temps en una flor, mostren moviments poc freqüents entre les flors i les plantes, i la majoria d'ells són consumidors de pol·len, actuant a vegades com a excavadors en una flor, com per exemple els rosegadors de les roses (*Cetonia aurata*).

No obstant això, els escarabats han estat importants en la història evolutiva de la pol·linització i continuen sent-ho per diversos motius. En primer lloc, per la seva diversitat (constitueixen el grup d'insectes amb major diversitat de tot el món), per les seves grans poblacions i perquè són presents en gairebé tots els hàbitats. A la regió mediterrània són presents sobretot en els mesos secs; la seva presència massiva en les flors denota l'inici de la sequera estival.



El grup engloba espècies generalment polífagues, és a dir, espècies que no depenen exclusivament de les flors. Visiten les flors que són relativament fàcils de manejar (flors obertes o en forma de bol, més aviat disposades en inflorescències que permeten als insectes posarse en elles durant molt de temps, amb nèctar i pol·len fàcilment accessible), sovint de gran grandària, i majoritàriament de color blanc, cremós o groc, amb una varietat d'olors que van des dels dolços fins als més fermentats. Aquest és el cas de diverses espècies d'Arum mediterrànies conegudes per atreure les mosques i escarabats sapròfils mitjançant l'engany olfatori: la majoria de les espècies d'Arum emeten una olor semblant al del fems o l'orina, que aquests insectes troben irresistible quan cerquen un lloc per ovopositar.

Els escarabats antòfils constitueixen un grup heterogeni que inclou espècies que van des de grans consumidors de pol·len com *Mylabris quadripunctata* fins a pol·linitzadores més ocasionals, com el gènere *Pygopleurus* de la Mediterrània oriental. Les espècies de *Pygopleurus* són molt selectives i visiten les flors vermelles en forma de bol del grup de les anemones, de les quals són pol·linitzadors molt eficients. Entre les espècies mediterrànies antòfiles amb un considerable potencial pol·linitzador (a causa de la seva gran grandària corporal i a la seva incessant activitat), es troba *Tropinota hirta* i les espècies del gènere *Oxythyrea*, els quals visiten una gran varietat de flors al final de la primavera i principi d'estiu. Alguns escarabats més petits, com els pertanyents als gèneres *Podonta* i *Variimorda*, són també visitants notoris de les flors, i la seva presència massiva sol tacar de negre les flors blanques de les asteràcies.

LA POR A LES PICADES

Moltes persones de totes les edats tenen por dels insectes i, entre ells, els pol·linitzadors. Algunes persones senten fòbia, uns altres coneixen la seva importància i entenen la seva contribució fonamental i aposten per la seva conservació, però gairebé totes prefereixen estar a una distància segura.

Per què ocorre això? De què té por la gent?

Tenen por de ser picats.

En preguntar d'on ve aquesta fòbia, molts recorden successos relacionats amb la infància: alguns van tocar un niu amb les seves mans, uns altres menjant un entrepà es van empassar una abella, uns altres corrent pel camp es van veure embolicats en un núvol d'insectes que picaven. El que aquests testimoniatges tenen molt sovint en comú és que presumiblement



tots aquests insectes esmentats fossin vespes, i no abelles. I en gairebé tots els casos, ja fossin vespes o abelles, van haver de defensar el niu o a si mateixos d'un atac fortuït.

És important aclarir que només les femelles tenen agulló. L'agulló de l'abella és similar a una punta dentada: una vegada que entra en contacte amb la pell s'aferra a ella i tot el que està connectat a ella queda adherit, des del sac de verí, fins a l'estómac de l'abella. Aquesta és una bona raó per les quals no ataquen per diversió, ja que el resultat per a elles és la mort.

Les abelles silvestres són encara menys propenses a picar: igual que els seus parents domèstics, només utilitzen l'agulló si se senten amenaçades (en general, prefereixen allunyar-se abans que atacar). Les abelles mel·líferes només piquen quan defensen el seu niu d'un atac, ja sigui un rusc o en la naturalesa.

Tenint en compte que tots els anys persones acaben en urgències a causa de les picades d'insectes, hem de dir que, encara que fòbia pugui semblar una reacció exagerada, la por que provoquen els insectes que piquen pot ser real, per la qual cosa convé conèixer formes reals de prevenir aquestes picades:

- Porta calçat, especialment en les zones amb herba.
- Els insectes que piquen són atrets pels dolços; no deixis begudes o aliments en zones accessibles.
- No intentis eliminar un niu pel teu compte ni agitar-te en presència d'insectes que piquen; això pot produir una reacció agressiva i tu rebre picades repetides.
- Mantingues les finestres i les portes degudament protegides.
- Retira ràpidament les escombraries i restes de menjar i guarda-la en recipients tancats.

AIXÍ QUE NO ET PREOCUPIS!

Podem viure en seguretat prop de les abelles i altres insectes, observar-les, i conrear plantes que produeixin flors que agradin als pol·linitzadors.

Observant i respectant als pol·linitzadors podem trobar totes les respostes per a entendre i reduir la nostra por.



LIFE 4 POLLINATORS
MANUAL PER A GESTORS DE PARCS NATURALS I ÀREES PROTEGIDES



MANUAL PER A GESTORS DE PARCS NATURALS I ÀREES PROTEGIDES

OBJECTIUS D'AQUEST MANUAL

El principal objectiu d'aquestes directrius és oferir suggeriments que afavoreixin els pol·linitzadors silvestres i reduir les amenaces a aquests insectes i els seus hàbitats. El manual està destinat a gestors de parcs naturals i àrees protegides. El terme "àrea protegida" és utilitzat de manera genèrica, ja que els diferents països i fins i tot regions tenen diferents maneres de protegir el medi natural.

IMPORTÀNCIA DELS PARCS NATURALS I ÀREES PROTEGIDES PER A LA POLINITZACIÓ

La principal funció de les àrees protegides és la conservació de la naturalesa, i especialment la biodiversitat. Això és així en la majoria dels casos, encara que hi ha diferents aproximacions entre regions, països i categories de protecció: com a exemple, els Parcs Nacionals imposen un nivell de protecció més estricte, mentre que altres àrees poden tenir restriccions més laxes (QUADRE 1).

Tot i que és important, la conservació de la biodiversitat no és l'única funció de les àrees protegides. També han de contribuir a mantenir un balanç entre la conservació del medi natural i oferir algun benefici a les poblacions locals, amb activitats encaminades al desenvolupament econòmic com l'agricultura i la ramaderia tradicionals, turisme, educació ambiental, etc. (Buckley & Nabhan 2016).

Des d'un punt de vista estrictament conservacionista, la gestió de les àrees protegides ha estat tradicionalment adreçada a la protecció d'algunes espècies concretes. En aquest context, les prioritats de conservació es defineixen en funció d'i) situació d'amenaça (espècies amenaçades), ii) importància ecològica ("espècies paraigües", la conservació del qual garanteix o contribueix a la conservació de moltes altres, o "espècies clau") que són essencials per a l'ecosistema independentment de la seva abundància; iii) rellevància simbòlica ("espècies bandera", és a dir, espècies àmpliament conegudes que el públic ja associa amb la necessitat de la seva conservació) (Hunter & Gibbs 2007). Tot i això, el deteriorament i la pèrdua d'interaccions ecològiques com pugui ser la pol·linització, pot succeir molt abans que les espècies mateixes desapareguin, afectant la funcionalitat de les espècies i els serveis ecosistèmics (Valiente-Banuet et al. 2019). Ja sembla, per tant, que és hora d'avançar i fer un esforç addicional per incloure les interaccions biològiques com a subjecte de conservació. En concret, la "conservació dels mutualismes" i fins i tot la "restauració de les cadenes alimentàries" (Buckley & Nabhan 2016) haurien de ser tingudes en compte a l'hora de definir les àrees que cal protegir.



La conservació de la pol·linització està relacionada amb molts dels objectius que les àrees protegides haurien d'assolir. Els pol·linitzadors són essencials en proporcionar beneficis tant directes com indirectes a una àrea (serveis ecosistèmics, usos educatius, turisme, etc.). En concret:

- **La Conservació** és una mica més complexa que la mera protecció d'espècies, i hauria d'incloure interaccions i processos. La pol·linització hauria de ser un aspecte inclòs en "conservació dels mutualismes" i la "restauració de les cadenes alimentàries" (Buckley & Nabhan 2016).
- **La inclusió de criteris** de gestió coordinats en la planificació de xarxes d'àrees protegides pot obrir oportunitats per a la conservació a gran escala, per exemple creant "corredors de nèctar" que permetin el moviment a llargues distàncies de les poblacions de pol·linitzadors (Buckley & Nabhan 2016), cosa que és especialment important en el context actual de canvi climàtic.
- **La pol·linització** per insectes és essencial per als ecosistemes però també per a moltes produccions agrícoles: més del 87% de les plantes amb flor del món, i més del 66% de les espècies agrícoles, que produeixen entre 15-30% dels aliments a escala global, depenen dels pol·linitzadors (Gutierrez-Arellano & Mulligan 2020). La diversitat a les àrees protegides i la proximitat d'aquestes àrees a les terres agrícoles afavoreix la pol·linització silvestre i resulta en grans beneficis per a la producció agrícola. Tot i la importància d'aquests serveis, els pol·linitzadors en poques ocasions són tinguts en compte pels gestors, i sovint són ignorats els serveis de pol·linització que les àrees protegides poden oferir a les explotacions agrícoles properes. Els pol·linitzadors i els serveis de pol·linització haurien de ser tinguts en compte com a criteris importants en la gestió d'aquestes àrees naturals (Hipólito et al. 2019), igual que altres serveis com la producció silvícola o la pesca.
- **Les pràctiques agrícoles convencionals** no poden equiparar-se als serveis de pol·linització que ofereixen les àrees naturals protegides a les explotacions agrícoles properes. Diversos estudis han demostrat que els esforços per millorar la pol·linització (ex. eliminació de pesticides, o introducció de ruscs d'abelles de la mel) no poden igualar ni reemplaçar el benefici de la proximitat d'una àrea natural protegida (Kremen et al. 2004, Carvalheiro et al., 2010).
- **Algunes àrees protegides** que no estiguin contribuint a la pol·linització de zones cultivades properes actualment, podrien contribuir en el futur si es produeix una expansió dels cultius o canvis en les espècies cultivades. També això és especialment impredecible en un context de canvi climàtic com el present (Gutierrez-Arellano & Mulligan 2020).
- **Les àrees protegides** poden ser una eina educativa de gran importància per a les comunitats locals, a tots els nivells educatius. Aquesta funció educativa és esmentada a totes les diferents categories d'àrees protegides de la UICN, almenys des del "Tipus II" (Parc Natural) i superiors.
- **L'observació de les interaccions** de pol·linització en àrees protegides són també un magnífic
- **Motiu per atraure** visitants en un context en què la demanda d'activitats d'ecoturisme és cada vegada més gran, així com la participació en activitats de Ciència Ciutadana.



QUADRE 1. DEFINICIÓ, CATEGORIES I PRINCIPALS OBJECTIUS DE LES ÀREES PROTEGIDES, SEGONS UICN (Dudley 2008)

Àrea protegida: un espai geogràfic clarament definit, reconegut, cuidat i gestionat mitjançant mètodes efectius legals o d'un altre tipus per aconseguir la conservació a llarg termini de la Natura amb els serveis ecosistèmics i els valors culturals associats. Es reconeixen les sis categories següents.

Àrees principalment destinades a:

Àree gestite prevalentement per:

- I Protecció estricta [Ia. Reserva natural estricta, i Ib. Àrea natural silvestre]
- II Conservació i protecció dels ecosistemes (Parc Nacional)
- III Conservació de característiques naturals (Monument natural)
- IV Conservació mitjançant un maneig actiu (Àrea de maneig d'hàbitats o espècies)
- V Conservació del paisatge (Paisatge protegit)
- VI Ús sostenible de recursos naturals (i.e. Àrea protegida amb recursos gestionats)

Totes les àrees protegides haurien de:

- Conservar la composició, estructura, funció i potencial evolutiu de la biodiversitat;
- Contribuir a les estratègies de conservació regionals (com reserves, zones de transició, corredors, zones de pas per a espècies migratòries, etc.).
- Mantenir la diversitat de paisatges o hàbitats i de les espècies i ecosistemes associats.
- Tenir la mida suficient per assegurar la seva integritat i el manteniment a llarg termini dels objectius de conservació assignats, o poder augmentar-ho per assolir aquests fins.
- Mantenir a perpetuïtat els valors pels quals va ser definit.



- Regir-se per les normes d'un pla de gestió, amb un programa de maneig i avaluació que permeti una gestió adaptativa.
- Tenir un sistema de govern clar i equitatiu.

Quan sigui convenient, totes les àrees protegides també haurien de:

- Conservar característiques singulars de paisatge, geomorfologia i geologia.
- Facilitar serveis reguladors dels ecosistemes, incloent-hi accions d'amortiment davant els impactes del canvi climàtic.
- Conservar zones amb significació cultural, espiritual o d'interès científic nacional i internacional.
- Proporcionar beneficis als residents i les comunitats locals, compatibles amb la resta d'objectius de gestió.
- Proporcionar beneficis recreatius compatibles amb la resta d'objectius de gestió.
- Afavorir activitats de recerca científica de baix impacte i de monitorització ecològica, relacionades i compatibles amb els valors de l'àrea protegida.
- Utilitzar estratègies de gestió adaptatives per augmentar l'efectivitat de la gestió i la qualitat de la governança amb el temps.
- Ajudar a facilitar oportunitats d'educació (també sobre mesures de gestió).
- Ajudar a incrementar el suport públic a la protecció.



LA DIRECTIVA HÀBITATS I ELS POL·LINITZADORS A LA MEDITERRÀNIA

La Directiva 92/43/CE (Directiva Hàbitats) inclou una llista d'espècies (Annex 2) i hàbitats (Annex 1) per als quals han estat designats Zones Especials de Conservació (ZEC) pels països membres de la UE. No és fàcil decidir quins hàbitats són més importants per als pol·linitzadors entre els recollits a l'Annex 1 perquè gairebé totes contenen espècies entomòfiles, i generalment les dades de la diversitat de pol·linitzadors és insuficient. Les mesures de gestió descrites més avall poden ser aplicades de manera genèrica en contextos diferents.

Les plantes entomòfiles mediterrànies i els insectes pol·linitzadors la conservació dels quals és important apareixen als llistats dels Annexos 2, 3 i 4 de la Directiva, i les llistes d'algunes espècies seleccionades poden ser consultades a la pàgina web LIFE4POLLINATORS. Si alguna d'aquestes espècies apareixen esmentades en formulari normalitzat de dades de la ZEC, recomanem emfàticament que s'adoptin les mesures proposades més avall per garantir-ne la conservació a llarg termini.

Alguns dels espais ja inclosos a la Xarxa Natura2000 a Europa ja estan protegits per llei sota alguna de les diferents figures de protecció (Reserva Natural, Parc Regional, o Parc Nacional), mentre que altres no estan emparats per una protecció tan estricta. Per tant, no és fàcil aplicar de manera completa les mesures de conservació recollides a la Directiva Hàbitats.

A l'hora de planificar mesures de gestió al nivell d'espècie, suggerim que es podria considerar una aproximació "SHARP" (Aronne, 2017). És un mètode simple per al reconeixement de colls d'ampolla (ex. en serveis de pol·linització) i possibilita la implementació de mesures de conservació específiques (vegeu l'apartat "CONTRARESTANT EL RISC D'EXTINCIÓ" més avall). En relació amb això, és important promoure els estudis de la història natural de les espècies amenaçades. El QUADRE següent mostra un exemple de la importància de conèixer en detall la interacció de la planta amb el medi.

Sovint la informació sobre els pol·linitzadors als formularis estàndard d'algunes Àrees de Conservació Especial és incompleta. Per tant, sempre que es registri la presència d'una mena d'interès per a la conservació s'hauria d'informar els gestors competents per actualitzar la informació disponible.

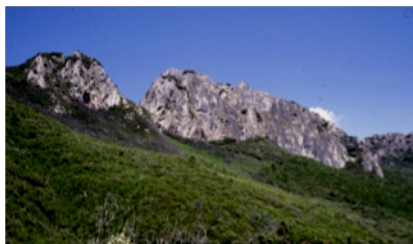
Per exemple, l'illa de Lesbos acull tres espais N2000 (GR41 10003, GR41 10004, GR41 10005) que contenen diversos tipus d'hàbitats, plantes amb flor (1607 espècies), abelles (més de 600) i

sírfids (143). Molts d'aquests insectes són nous per a la ciència, endèmics i rars. Els formularis estàndard disponibles contenen molt poca informació i cap dada quantitativa sobre aquests. Dins el projecte LIFE4POLLINATORS, les activitats de Ciència Ciutadana que es desenvoluparan en aquests espais serviran també per registrar la presència d'aquests pol·linitzadors. Els resultats seran comunicats als gestors competents perquè puguin actualitzar la informació disponible. Activitats semblants haurien de ser promogudes a totes les àrees protegides, augmentant la interacció entre científics i gestors.

QUADRE 2.

DE VEGADES ELS REQUISITS DE LA POL·LINITZACIÓ NO SÓN EVIDENTS

El cas de *Petrocoptis grandiflora* (Caryophyllaceae) a la Parc Natural Serra Enciña da Lastra, NW d'Espanya



Petrocoptis grandiflora és una espècie endèmica amb rang de distribució restringit, que només viu en esquerdes d'alguns paredons calcaris que sumen menys de deu quilòmetres quadrats en total.



Les principals amenaces per a la seva conservació procedeixen de les activitats humanes a l'àrea, des de l'extracció de roca per a la producció de ciment a la pràctica recreativa de l'escalada a les parets on viu.

P. grandiflora és molt atractiva per als pol·linitzadors, als quals ofereix nèctar al fons d'una flor en forma de tub.

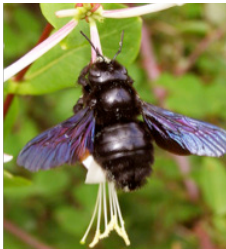




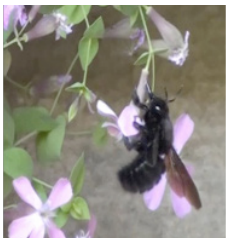
...de manera que, en teoria, només insectes especialistes proveïts de llargues llengües podrien accedir a aquest recurs, com *Anthophora acervorum*, *Bombylius major* e *Macroglossum stellatarum*. Les anteres dels estams toquen la part superior de la llengua, dipositant pol·len que serà transportat a l'estigma de la flor següent visitada per l'insecte.



... però algú més se les arregla per accedir al nèctar de manera "il·legítima". El tub d'algunes flors apareix perforat per aconseguir una dreuera al nèctar.



... i els responsables són insectes oportunistes, que no tenen la llengua llarga necessària per accedir al fons del tub floral però en canvi tenen peces maxil·lars molt fortes per perforar-lo; són principalment *Bombus terrestris* e *Xylocopa violacea*. Accedint així al nèctar, els seus caps es mantenen lluny de les anteres i estigmes, per la qual cosa sembla lògic que aquests robadors no faciliten cap servei (pol·linització) a canvi del nèctar



...però les coses no sempre són tan senzilles: la part posterior de l'insecte sí que entra en contacte amb les estructures sexuals de la flor; tot i que no estan "dissenyades per fer-ho així", la interacció entre planta i robador resulta també en pol·linització en aquest cas.

... i aquest és un altre exemple que ens recorda la importància de conèixer la interacció entre flors i pol·linitzadors de manera completa per poder prendre les decisions correctes en conservació: alguns visitants il·legítics han de ser preservats perquè també són importants per a la pol·linització!

(Més informació a Navarro, Guitián & Guitián (1993); Navarro & Guitián (2000) y Navarro & Guitián (2003).



FACTORS PERJUDICIALS PER ALS POLINITZADORS EN ÀREES PROTEGIDES

En general, les àrees protegides no estan aïllades del paisatge que les envolta, cosa que implica que el valor dels seus ecosistemes es pot veure afectat per la degradació ambiental. Aquest deteriorament pot ser el resultat de catàstrofes com els focs periòdics o les sequeres que poden estar relacionades amb el canvi climàtic, o de l'acció humana directa per activitats de vegades classificades com a "compatibles amb la conservació" i per tant permeses a les àrees protegides, encara que no sempre siguin compatibles en realitat. A continuació se citen algunes de les principals amenaces, destacant els desafiaments que suposen per a la gestió de les àrees protegides.

PÈRDUA D'HÀBITATS

Més del 70% de la superfície de la terra emergida ha estat modificada per l'home, disminuint la diversitat d'hàbitats i perjudicant les interaccions entre espècies (IPBES, 2018). La pèrdua d'hàbitats i recursos de farratge adequats està entre les principals causes de la disminució de les poblacions d'abelles (Bates et al., 2011; Biesmeijer et al., 2006; Goulson et al., 2008; Hicks et al., 2016). De manera semblant, algunes pràctiques de l'agricultura intensiva com l'ús d'herbicides i insecticides són causa de la pèrdua de connectivitat entre hàbitats i de la reducció de plantes nectaríferes i insectes silvestres a les àrees properes als cultius. Tot i això, en moltes àrees naturals protegides, especialment les categories UICN de III a VI, la conservació de la biodiversitat no és el seu únic propòsit (vegeu QUADRE 1). Les àrees protegides han de combinar la conservació amb un altre tipus d'usos que contribueixin al desenvolupament econòmic de les comunitats locals, com l'agricultura i la ramaderia, el turisme i els usos educatius i turístics. Per tant, els plans de gestió han de tenir en compte els riscos possibles de pèrdua d'hàbitats associats a aquestes activitats.

CANVI CLIMÀTIC

Com a la resta del món, la pol·linització a les àrees protegides es veu afectada pel canvi climàtic, cosa que inclou la pèrdua de sincronia entre la floració de les plantes i l'aparició dels pol·linitzadors, i també les invasions d'espècies foranes. A més de les alteracions en la coordinació temporal, les sequeres prolongades i les onades de calor a causa del canvi del clima poden donar lloc a extincions locals d'algunes espècies de pol·linitzadors, o fins i tot modificar la distribució espacial d'algunes espècies en produir-se migracions com a resposta a les noves condicions ambientals. Tot això pot resultar en la pèrdua d'espècies de pol·linitzadors silvestres en algunes àrees protegides, produint efectes en cascada que poden acabar l'extinció local d'espècies protegides, amb la pèrdua consegüent d'interaccions biològiques i funcions ecosistèmiques en què participaven. Els models predictius ja ofereixen resultats alarmants, especialment per als pol·linitzadors i interaccions en ecosistemes de muntanya, com en el cas de la Muntanya Olimpa a Grècia (Minaheilis et al. 2020, 2021).



En general, una menor connectivitat combinada amb el canvi climàtic poden fer malbé les poblacions de pol·linitzadors i incrementar el risc d'extinció, sobretot d'especialistes i d'aquells que no siguin capaços de migrar (Settele et al. 2016).

INTRODUCCIÓ D'ESPÈCIES EXÒTIQUES INVASORES (EEI)

En sentit ampli, les espècies exòtiques són aquelles introduïdes per l'home de manera accidental o intencionada al medi natural, fora de la seva àrea de distribució original. En general, la presència d'espècies exòtiques en una comunitat es considera un factor disruptiu amb impactes a les xarxes de pol·linitzadors locals. A continuació descrivim com les espècies invasores poden alterar les relacions entre plantes i pol·linitzadors.

Els pol·linitzadors exòtics que poden competir amb els nadius han estat molt menys estudiats que altres invasions biològiques que també poden afectar la pol·linització. Els seus principals efectes negatius són el resultat de la competència amb pol·linitzadors nadius pels recursos florals i llocs de nidament. Altres impactes ocasionats pels pol·linitzadors exòtics poden ser la propagació d'infeccions de patògens i paràsits, una pol·linització inadequada de la flora local, i una pol·linització no desitjada de la flora invasora (Russo 2016). Les invasions per insectes exòtics probablement afectin els insectes nadius de maneres complexes, com per competència indirecta per recursos, transmissió de malalties i disrupció de les xarxes de pol·linització (Kenis et al. 2009).

L'efecte de les plantes invasores sobre les xarxes de pol·linització està millor estudiat que l'efecte de pol·linitzadors invasors, i alguns estudis destaquen que els canvis a les comunitats de plantes com a conseqüència de les invasions probablement sigui un dels principals factors que ocasionen el descens de la diversitat de pol·linitzadors. La introducció de noves espècies en una comunitat resulta en modificacions severes i impredecibles a l'estructura de la xarxa de pol·linització. Aquest efecte negatiu de les plantes invasores sobre la reproducció de les plantes natives a l'àrea Mediterrània ha estat demostrat, ja que les plantes invasores competeixen amb les natives pels pol·linitzadors, incrementen la limitació de pol·len de les plantes natives, o s'apropien de "connexions" a les xarxes de pol·linització (Morales & Traveset 2009, Vilà et al. 2009, Tscheulin & Petanidou, 2011, 2013, Ferrero et al. 2013). Tot i que també és cert que en alguns casos les flors de les plantes invasores incrementen l'atractiu sobre els pol·linitzadors, beneficiant també les plantes natives properes (Bartomeus et al. 2008). Per tant, és difícil arribar a conclusions generalitzables: l'efecte global de les plantes invasores dependrà de cada context específic, així com de les característiques i abundància de cada invasió. Aquesta dependència del context hauria de ser considerada pels gestors de les àrees naturals protegides; si la conservació de les xarxes de pol·linització està entre les seves prioritats, hauran de recordar que no hi ha una única solució universal.



El Reglament de la Unió Europea 1143/2014 (Reglament EEI) sobre les espècies exòtiques invasores conté una llista d'espècies exòtiques de preocupació especial per a la Unió. Com a primera aproximació, suggerim que es consideri aquest grup d'espècies com a enemics potencials per a les plantes i pol·linitzadors nadius de la Mediterrània (Annex 1). A més, a la pàgina web del projecte estarà disponible una llista actualitzada (<https://www.life4pollinators.eu/en/submission>)

Un cas paradigmàtic que és d'especial preocupació per a les autoritats i per a la població en general, és el de la invasió de la vespa asiàtica *Vespa velutina* (veure il·lustració més avall). La seva voracitat cap als pol·linitzadors nadius mereix atenció especial. Actualment està en plena expansió en grans extensions d'Àsia i Europa, incloent-hi la Mediterrània (www.vespavelutina.eu, www.stopvelutina.it), i atrau una atenció considerablement més gran que altres casos d'invasions biològiques. Això és degut a l'impacte econòmic que la vespa asiàtica suposa per a l'apicultura a la Mediterrània, ia l'alarma social que causen els atacs registrats a humans, de vegades amb conseqüències fatals. Tot i això, per tractar-se d'una invasió relativament recent, el seu impacte sobre les poblacions de pol·linitzadors silvestres encara és desconegut (encara que vegeu Rojas-Nossa & Calviño 2020). Des que es va registrar la invasió, aproximadament fa deu anys, la majoria dels estudis s'han centrat en la quantificació i el seguiment de l'espècie a les àrees envaïdes, així com en possibles mesures de control del dany econòmic ocasionat a l'apicultura. A més, una gestió adequada d'una àrea protegida requeriria conèixer en detall com afecta la incorporació de l'espècie invasora a les xarxes d'interaccions mutualistes.

INTRODUCCIONS MASSIVES D'ESPÈCIES DOMÈSTIQUES

L'alliberament massiu d'individus d'espècies valuoses per a l'ésser humà implica inevitablement canvis en els hàbitats naturals. És evident en activitats com l'agricultura i la ramaderia extensiva. Tot i això, altres activitats que tradicionalment han estat considerades innòcues, i per tant tolerades i fins i tot afavorides en moltes àrees protegides, també poden alterar els ecosistemes. Geslin et al. (2017) han reunit aquestes activitats sota el nom (aproximat) "Introducció Masiva d'Espècies Domèstiques" (Massively Introduced Managed Species, MIMS).

Potser el cas més comú d'aquestes activitats és l'apicultura: tot i que tradicionalment ha estat considerada una activitat innòcua o fins i tot beneficiosa per a la pol·linització, i per tant permesa a la majoria de les àrees protegides d'Europa, des de fa temps comença a ser comparada i fins i tot considerada com una altra forma de ramaderia extensiva. De fet, ja s'ha demostrat com la introducció d'abelles de la mel (*Apis mellifera*, veure dibuix més avall) i borinots pot contribuir a la propagació d'infeccions que afecten pol·linitzadors silvestres (Fürst et al 2014), i també ha estat documentada la competència indirecta pels recursos flo-



als (Herrera 2020; Lázaro et al. 2021). L'últim estudi a gran escala a les Cyclades Gregues ha demostrat que les abelles tenien un efecte negatiu en la riquesa i l'abundància d'espècies d'abelles silvestres, influint a més en l'estructura de les xarxes de pol·linització. Geslin et al. (2017) esmenten quatre possibles causes que explicarien aquest efecte indirecte: 1) la desproporció enorme entre el nombre d'abelles introduïdes i el de les abelles silvestres; 2) les colònies introduïdes tenen la capacitat de col·lectar una quantitat enorme de recursos florals de diferents espècies de plantes, tant nèctar com pol·len, 3) les abelles de la mel poden romandre actives durant tot l'any excepte en els mesos més freds, mentre que la majoria de les espècies silvestres ho estan només unes poques setmanes o mesos, 4) les abelles de la mel tenen rangs de farratge molt més ampli (distància mitjana d'1,5 km) que les abelles silvestres (100-500m). El valor llindar de densitat a partir del qual l'efecte competitiu de les colònies d'abelles de la mel comença a ser perjudicial per a les espècies silvestres depèn de diversos factors, com ara la localització geogràfica, clima, hàbitat, distància entre ruscs, etc.

Els gestors haurien de fixar límits raonables a l'apicultura a àrees protegides. A causa de la naturalesa heterogènia dels recursos florals (Torné-Noguera et al. 2016) és gairebé impossible establir recomanacions amb valor universal de màxima densitat de colònies, per la qual cosa és preferible pecar de zel conservacionista a l'hora de permetre aquesta activitat.

PASTUREIG I FOC

Els efectes del pasturatge i el foc als ecosistemes Mediterranis mereixen especial atenció. La flora del Mediterrani ha estat exposada al pasturatge, sobretot per ovelles i cabres, des de fa gairebé 10.000 anys quan va començar la domesticació. En temps recents, aquest paisatge ha estat pasturat de manera molt més intensiva, amb altes densitats de bestiar que de vegades porten a la degradació d'aquestes àrees. No obstant això, un cert grau de pasturatge és necessari per mantenir la diversitat de plantes, sobretot plantes amb flors i els seus pol·linitzadors. El pasturatge moderat és idoni per a les plantes i pol·linitzadors en ecosistemes Mediterranis, i altres ecosistemes en àrees protegides podrien veure's beneficiades també d'un pasturatge moderat (Lázaro et al. 2016a, b).

La densitat del bestiar hauria de ser controlada i no excedir els límits que poguessin resultar en danys per a la vegetació. Un sistema adequat de rotació del pasturatge pot proporcionar l'espai i el temps necessari perquè les plantes floreixin, produeixin llavors i s'incrementin les poblacions dels insectes que visiten aquestes flors (e.g. Enri et al. 2017). Els gestors d'àrees protegides haurien d'assumir la responsabilitat de garantir que es mantingui un sistema de rotació del pasturatge que beneficiï tant les plantes com els pol·linitzadors.



El foc també té una funció ecològica important a la Mediterrània, on alguns ecosistemes són propensos a cremar. Un gran nombre de plantes amb flor, i també els seus pol·linitzadors, han evolucionat convivint amb aquest impacte i adaptant-s'hi. Els focs moderats poden crear oportunitats per a algunes espècies i sovint augmenten la diversitat i riquesa de plantes i pol·linitzadors (Carbone et al. 2019, Lazarina et al. 2016, 2017, 2019; Petanidou & Ellis, 1996; Potts & Dafni, 20) . Encara que el foc és una eina comuna en la gestió de les àrees protegides a Amèrica del Nord, amb prou feines és utilitzat d'aquesta manera a Europa i la Mediterrània. Les cremes prescrites, a petita escala, podrien ajudar els gestors a mantenir i incrementar la vegetació adaptada al foc, que sol proporcionar un bon hàbitat per a pol·linitzadors.

MESURES DE GESTIÓ UN ÀREA PROTEGIDA AMIGABLE PER ALS POINITZADORS

PLANIFICACIÓ DE LA GESTIÓ

Les funcions principals de les àrees protegides són la conservació i l'estudi, incloent-hi la gestió de la flora i fauna silvestres. En general, les persones amb interessos locals són reticents a l'aplicació de mesures de protecció perquè suposa una limitació a l'ús sense control del territori. Tanmateix, desenvolupar alguna activitat dins d'una àrea protegida o a les seves proximitats pot ser avantatjós si es fa de manera sostenible. L'activitat suposaria un reclam positiu, i en el cos de l'agricultura qualsevol aliment produït seria en general més saludable ja que són zones sotmeses a menor pol·lució. Per tant, els gestors d'àrees protegides haurien de destacar aquestes característiques i fer-ne la planificació sobre aquestes bases. Els plans de gestió i les regulacions d'ús en àrees protegides haurien de ser dissenyats amb la participació de les persones amb interessos locals (agricultors, ramaders, apicultors, etc.) per ser realment efectives. Part dels plans de gestió i maneig haurien d'incloure l'anàlisi de la presència d'espècies d'animals i plantes invasores, i proposar mesures d'actuació (prevenció, detecció primerenca, eradicació primerenca i maneig), com se suggereix al Reglament EEI per eradicar o mitigar-ne l'expansió.

Fer partícpis els ciutadans i les persones amb interessos locals en el seguiment de la biodiversitat, així com utilitzar mètodes de Ciència Ciutadana, podria ser útil per aconseguir la seva implicació i facilitar l'acceptació de mesures proteccionistes i restriccions. S'haurien de promoure activitats de Ciència Ciutadana utilitzant plantejaments senzills però específics per al seguiment dels pol·linitzadors, per exemple mitjançant BioBlitzes o projectes per a escoles i ciutadans amb el suport d'associacions locals.



REDUINT L'IMPACTE DE L'AGRICULTURA

Com ja hem esmentat, en general l'agricultura intensiva és el principal factor d'impacte a les àrees protegides. Des de finals del segle XX, a Europa s'han desenvolupat diverses polítiques per intentar mitigar aquest impacte. Una intervenció comuna és la creació de "franges de flors silvestres" (wildflower strips en anglès) prop de les zones de cultiu per millorar: i) la complexitat del paisatge i del servei de pol·linització, ii) el control biològic d'algunes plagues, evitant-ne l'ús de pesticides, iii) diversitat vegetal, i iv) les poblacions d'aus en augmentar les reserves alimentàries de fruits, llavors o invertebrats. Tot i això, una mala selecció de les espècies vegetals pot resultar en un altre exemple perjudicial d'Introducció Masiva d'Espècies Domèstiques" (MIMS). Alguns estudis sobre els efectes d'aquestes pràctiques han demostrat que en general afavoreixen la diversitat i l'abundància d'espècies comunes d'insectes, però no de les espècies amenaçades o especialistes. Per tant, encara que en teoria aquesta pràctica és positiva, hauria de ser una prioritat seleccionar les espècies que componguin les "franges de flors silvestres" de manera que compleixin les necessitats ecològiques dels pol·linitzadors locals (Geslin et al. 2017). Això és recomanable per a les explotacions agrícoles situades a àrees protegides, on la conservació de la biodiversitat és un objectiu prioritari. Per tant, cal tenir un coneixement previ suficient de les comunitats locals de plantes i pol·linitzadors per desenvolupar aquesta pràctica de manera correcta.

En general, l'agricultura, la ramaderia i l'apicultura haurien de ser implementades de manera sostenible per limitar-ne l'impacte sobre els pol·linitzadors. Es pot aconseguir limitant l'ús de pesticides, fomentant la rotació de cultius, dissenyant "franges de flors silvestres" adequades (amb llavors locals), evitant la sega durant el període de floració, afavorint els refugis per a insectes com els "hotels d'abelles" i les "caixes d'insectes" i deixant zones sense cultivar per afavorir l'anidament dels pol·linitzadors. Les franges de flors haurien de ser dissenyades per tenir flors tot l'any i espècies amb gran producció de pol·len. La sega i el farratge dels prats s'hauria de planificar per permetre la floració d'almenys part de les plantes.

RECOLZAT LES POBLACIONS DE POLINITZADORS SILVESTRES

Un estudi recent (Fisogni et al., 2021) ha demostrat que algunes mesures de conservació poden mitigar el declivi dels pol·linitzadors en àrees protegides. Els seus autors van instal·lar llocs de nidament artificials per afavorir les abelles solitàries, van reforçar les poblacions de plantes natives per augmentar els recursos de farratge per als pol·linitzadors, i van alliberar a l'àrea d'estudi colònies de borinots criades a partir de reines silvestres capturades a la zona. Els resultats demostren que la generalització global de la xarxa de pol·linització va augmentar després d'aplicar aquestes mesures, i les interaccions es van tornar més equilib-



rades, reflectint una forta robustesa i resiliència davant la pèrdua d'espècies. El reforç de les poblacions de plantes i pol·linitzadors també va augmentar el nombre de visites a les flors. Facilitar llocs d'nidament i reforçar les poblacions de pol·linitzadors i plantes entomòfiles són, per tant, estratègies reeixides per mitigar les pèrdues de pol·linitzadors i pol·linització. Un exemple corresponent al projecte Life PP-ICON pot ser consultat a la seva web (<https://pdc.minambiente.it/it/area/temi/natura-e-biodiversita/progetto-pp-icon>).

MONITOREU

La monitorització és la manera més efectiva per detectar el risc d'extinció amb antelació, i poder activar les contramesures necessàries.

Les dades dels pol·linitzadors haurien de ser col·lectades de manera contínua per actualitzar llistats, poder transmetre novetats sobre pol·linitzadors i els seus hàbitats, per destacar aquells pol·linitzadors especialistes o nocturns (ex. arnes), registrar comportaments com el farratge, nidament, aparellament i hivernada, i per monitoritzar la presència i distribució d'espècies exòtiques invasores i poder planificar-ne l'eradicació o mitigació.

A les àrees protegides on es permeti l'apicultura extensiva, hauria de ser una prioritat promoure els estudis que permetin determinar els límits a partir dels quals la densitat de ruscs té efecte negatiu per competència per a les abelles. És important conèixer la densitat òptima de ruscos i regular l'apicultura, i si cal suspendre-la temporalment.



CONTRARRESTAR EL RISC D'EXTINCIÓ

Alguns tipus de raresa es poden considerar naturals, mentre que altres estan associats a un alt risc d'extinció. Algunes espècies de plantes esdevenen rares a causa de pressions selectives tant d'origen natural com antròpic (Briggs, 2009). Tot i això, podem afirmar que la supervivència a llarg termini d'una espècie depèn del manteniment de la seva variabilitat genètica sobre la qual operi la selecció natural, amb una reproducció reeixida que permeti el relleu generacional. Com indica Aronne (2017), quan l'objectiu és la conservació s'haurien de prioritzar els estudis encaminats a conèixer els colls d'ampolla que puguin existir als cicles vitals de les espècies en qüestió. L'aproximació SHARP (Systematic Hazard Analysis of Rare-endangered Plants) és una eina exploratòria per aplicar a cada espècie rara amenaçada, i identificar les possibles limitacions al relleu generacional i les seves causes. Aquesta eina és capaç de trobar aquests colls d'ampolla al cycle vital de l'espècie en una àrea geogràfica determinada, i assenyalar els factors que limitin el relleu generacional.

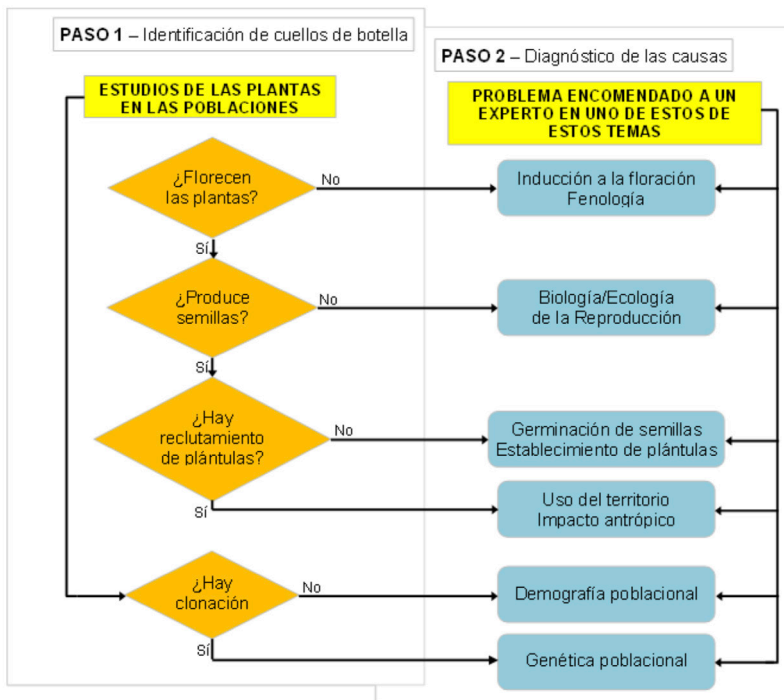
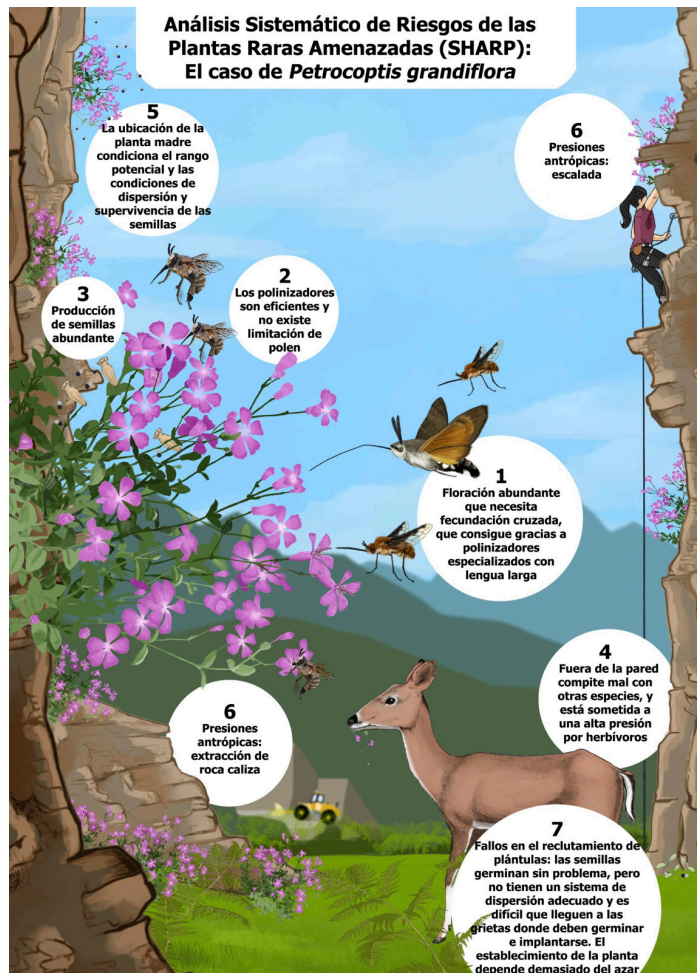


Figura 1. Identificació de colls d'ampolla per a la conservació de plantes (Aronne, 2017). Diagrama de vies dels Passos 1 i 2 del SHARP. El Pas 1 utilitza estudis de camp per comprovar si els principals estats del cycle vital són exitosos. Un error en algun dels passos indica un possible coll d'ampolla. Al Pas 2, un investigador expert s'encarregarà d'estudiar les causes d'aquests colls d'ampolla i de suggerir possibles solucions. Els colls d'ampolla mostrats aquí són només il·lustratius, se'n poden donar molts altres en espècies diferents.

És específica per a cada espècie, i funciona en dos passos successius. PAS 1 inclou la recollida de dades en camp, identificant quin dels estats està en una situació crítica per a l'espècie (floració; producció i dispersió de llavors; reclutament de plàntules; reproducció clonal...), i així aconsegueix economitzar els recursos disponibles per a la conservació, tant en cost com en temps.

La identificació d'una fallida en algun dels estats (PAS 1 a la Figura 1) delata l'existència d'un coll d'ampolla. Posteriorment, investigadors experts s'encarregaran d'investigar les possibles causes del problema, de manera que es puguin planificar mesures de conservació específiques (PAS 2).

A partir d'un cas real d'estudi, la làmina següent il·lustra com una anàlisi detallada de la història natural d'una espècie amenaçada pot descobrir els possibles colls d'ampolla al cicle vital.





LLISTAT D'ESPÈCIES EXÒTIQUES QUE S'HAURIEN DE MONITORITZAR SI APAREIXEN EN UNA ÀREA PROTEGIDA.

LLISTAT D'ESPÈCIES EXÒTIQUES INVASORES	
<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>	

LLISTA DE LES ESPÈCIES AL·LÒCTONES POTENCIALMENT PERJUDICIALS PER ALS POL·LINITZADORS	
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>



REFERÈNCIES

- 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