
Insetti pronubi nella crisi climatica

Piero Sagnibene

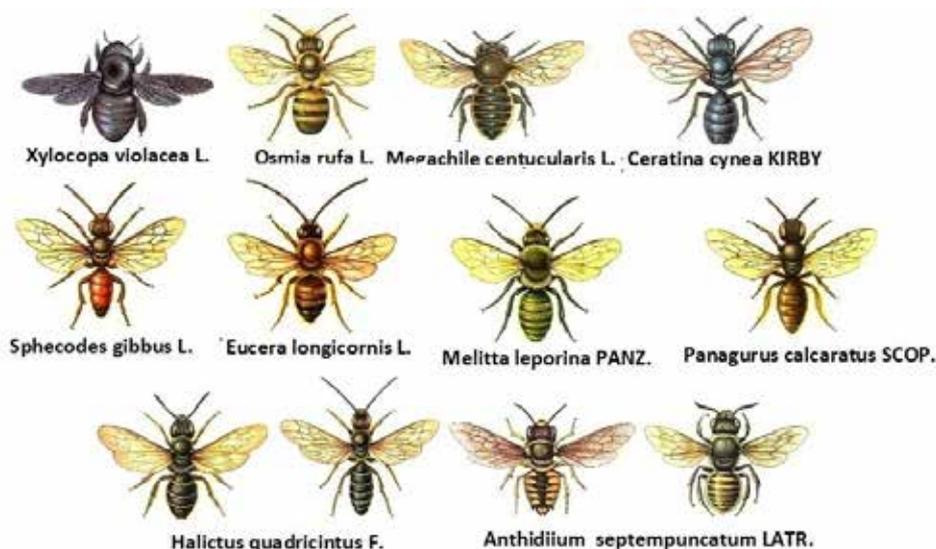
The vast majority of terrestrial ecosystems and agricultural activities that provide basic nourishment to human populations are based on the activity of pollinating insects. The climate crisis, which adds up to the toxic environmental crisis that insists on agriculture, causes a serious decline in pollinating insects - farmed bees and wild pollinating insects. Climate change modifies plant-pollinator interactions, causes displacement of invasive species, compromises nectar production causing, overall, a serious "pollination crisis".

Keywords: *Climate crisis, Pollinating insects*

La notizia è davvero preoccupante: un recente rapporto della IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) prevede un aumento della temperatura di 3,2°C. Insieme agli altri disastri che provoca l'aumento anomalo della temperatura, ciò significa che il 50% degli insetti potrebbe estinguersi entro il 2100, ma l'estinzione, di fatto, è già iniziata.

La notizia è preoccupante perché sulla attività degli insetti pronubi si regge la stragrande maggioranza degli ecosistemi terrestri e delle attività agricole che forniscono il nutrimento di base alle popolazioni umane. Oltre il 75% delle principali colture agrarie e circa il 90% delle piante spontanee da fiore dipendono dalla impollinazione operata dagli insetti pronubi; consentendo a tantissime piante di riprodursi, l'impollinazione è la base fondamentale dell'ecologia delle specie e del funzionamento degli ecosistemi, della conservazione degli habitat e della fornitura di una vasta gamma di importanti benefici per l'uomo, inclusa la produzione di alimenti, fibre, legname e altri prodotti.

Per dirla in cifre, l'apporto della sola impollinazione animale è stimato in circa 153 miliardi di dollari, dei quali circa 26 nella sola Europa e circa 3 in Italia. La produzione agricola mondiale, direttamente dipendente dalla impollinazione, rappresenta un valore economico stimato tra 235 e 577 miliardi di dollari, ma le relazioni pianta-impollinatore sono un servizio ecosistemico essenziale di valore difficilmente calcolabile. Nella sola Europa le api e gli insetti pronubi selvatici sostengono la produzione agricola di almeno 150 colture (84% delle coltivazioni del continente).

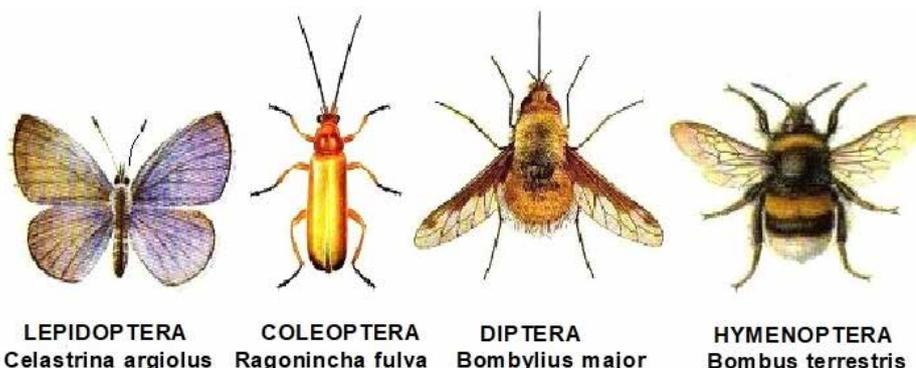


Gli insetti pronubi sono i vettori del materiale genetico, trasportano il polline da un fiore all'altro e consentono, con l'impollinazione, la fecondazione incrociata e la conseguente formazione del frutto e dei semi. Moltissime piante sono dioiche

(cioè individui diversi con fiori, o maschili, oppure femminili), altre sono monoiche (portano nel fiore entrambi i sessi però non possono auto-fecondarsi); in entrambi i casi l'impollinazione è indispensabile, poiché tutte richiedono fecondazione incrociata tra individui diversi della stessa specie. L'ape mellifera, che è allevata da millenni dall'uomo, è in grado di provvedere alle necessità di impollinazione di numerose colture; sono tuttavia i pronubi selvatici, quali bombi, api solitarie e ditteri sirfidi, a risultare, nel complesso, gli impollinatori più efficienti. Le api selvatiche, ad esempio, spesso compensano la scomparsa delle api mellifere; la sola Europa ne ospita oltre 2.500 specie.

Crisi ambientale e crisi climatica

La crisi climatica interviene e si somma, potenziandola, alla crisi ambientale tossica che insiste sull'agricoltura e sulla nostra alimentazione. Moltissimi frutteti e campi coltivati sono diventati ambienti venefici ed inospitali, veri campi di annientamento per le api e per gli insetti pronubi selvatici, sebbene gli insetticidi risultino, nel tempo, sempre meno efficaci contro i parassiti. Molte piante spontanee, che ospitano l'entomofauna selvatica, sono eliminate dagli erbicidi, altre non possono riprodursi a causa della scomparsa degli insetti impollinatori, falciati dall'uso improprio e massivo di agrochimici (biocidi ed insetticidi); a ciò si aggiungono il deterioramento delle reti e delle interazioni pianta-impollinatore, la frammentazione dell'habitat, i cambiamenti nell'uso del suolo, le moderne pratiche agricole. Sulla gravità della "crisi di impollinazione, per spiegarci con un esempio semplice, il rapido calo



del numero di api mellifere, che si sta verificando anche in tutte le altre famiglie di insetti pronubi, rende scarsamente produttive le colture, ed ha spinto diversi agricoltori al ricorso alle api gestite dall'uomo. Diversi apicoltori si sono specializzati per fornire un servizio di impollinazione, portando un certo numero di arnie, nei frutteti o nei campi, per il periodo della fioritura. Mediamente una colonia di api può comprendere da 30.000 a 100.000 individui; solitamente ne sopravvive soltanto un decimo a causa della tossicità ambientale dovuta agli agrochimici diffusi sulle colture.

La crisi climatica devasta in maniera letale gli equilibri naturali; la temperatura media del nostro pianeta si sta innalzando a seguito dell'effetto serra causato, a sua volta, dall'aumentata immissione in atmosfera di gas, principalmente CO₂, connessa con le svariate attività umane (traffico, industria, agricoltura, riscaldamento). Siamo "tagliando il ramo sul quale siamo seduti sull'albero della vita", per usare una immagine popolare: siamo noi che stiamo provocando la distruzione delle benefiche popolazioni di insetti che finora, ci hanno permesso di nutrirci consentendo alle nostre piante di fruttificare e di riprodursi.

La gravità del declino degli insetti impollinatori, api allevate ed insetti spontanei, dovuta all'insieme delle pressioni ambientali, è documentata da un recente rapporto dell'IPBES, (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services), la massima autorità scientifica mondiale in tema di biodiversità. La distruzione della biodiversità degli insetti pronubi e delle api porta il rischio, concreto ed immediato, della perdita delle più diffuse colture che

dipendono, in grandissima parte o interamente, dalla l'impollinazione entomofila (melo, arancio, pero, pesco, limone, fragola, lampone, susino, albicocco, ciliegio, mango, ribes, mandorlo, pesco, kaki, castagno, lampone, fragola, mirtillo, mora, noce, castagno, pomodoro, carota, patata, cipolla, peperone, fava, fagiolo, zuccina, zucca, cetriolo, cavolo, rapa, cipolla, aglio, melone, cocomero, melanzana, erba medica, trifoglio, veccia, fava, lupinella, sulla, meliloto, colza, ravizzone, girasole, grano saraceno, lino, basilico, salvia, rosmarino, timo, coriandolo, cumino, aneto, camomilla, lavanda ed enotera, e tantissime altre). La distribuzione e la fenologia (ossia la sequenza delle fasi di vita di un organismo, animale o vegetale, in rapporto ai fattori climatici) di molte piante ed animali è stata mutata dai cambiamenti climatici; i disallineamenti tra la fenologia delle piante e quelle degli insetti si manifestano attraverso un anticipo globale degli eventi primaverili di 2,3 giorni per decennio e uno spostamento della zonazione delle specie di 6,1 km e più per decennio verso i poli. Le piante stesse, la cui produzione di fitormoni è legata sia alla lunghezza del giorno ed alla escursione termica giornaliera, sia alla temperatura media stagionale, presentano alterazioni fenologiche significative.

I cambiamenti climatici, inoltre, spingono specie invasive, piante ed animali alieni, ad occupare zone biogeografiche meno stressate dall'aumento della temperatura, e portano nuove popolazioni di parassiti e patogeni, dei quali le alterazioni del clima accrescono la virulenza e la diffusione.

Lo sconvolgimento dell'assetto climatico del pianeta si rivela una causa globale ad altissimo potere letale, capace di portare al collasso, nel mare

come sulla terraferma, le basi biologiche della vita. In risposta al riscaldamento globale degli ultimi decenni, sono mutate le diversità di specie, si è avuta una contrazione delle popolazioni di ogni singola specie, e si sono ridotte le attività stagionali di alcune specie di impollinatori selvatici (quali ad esempio bombi e farfalle), con forti ripercussioni sui benefici che essi offrono.

La maggior parte degli insetti impollinatori va alterando la propria fenologia e quindi l'attività di impollinazione, a causa della alterazione di alcuni parametri climatici, come la temperatura media stagionale, le escursioni termiche giornaliere, l'umidità relativa, ecc. L'anticipazione del periodo di attività degli impollinatori, ad esempio, in risposta ai cambiamenti climatici, determina una discronia tra essi e la fioritura delle piante, rende più difficile la loro interazione, e riduce la disponibilità di risorse alimentari per gli insetti. Vale a dire che l'aumento, anche minimo, della temperatura media provoca un disallineamento del meccanismo piante-insetti-ambiente. Sono via via più alterati i segnali termici ambientali che innescano le attività di nidificazione e di foraggiamento, come l'accumulo di gradi-giorno, la temperatura dell'aria primaverile, la temperatura del suolo (riferita ai pochi centimetri di profondità di nidificazione).

Dal riscaldamento globale sono minacciate anche piante che ricorrono alla impollinazione anemogama (operata dal vento), le quali necessitano di un preciso periodo di freddo, a determinate temperature per produrre i fitormoni per germogliare (es. il grano), e cominciano a risentire fortemente del riscaldamento globale.

Abbiamo estati sempre più lunghe e più calde, e le più elevate temperature estive insistono sul processo di fotosintesi e, quindi, sulla disponibilità di sostanze ed energia per i vari processi metabolici della pianta, tra cui la produzione di nettare. Nelle specie legnose dell'ambiente mediterraneo, ad esempio, che hanno in genere un *range* di temperatura ottimale per la fotosintesi tra i 25-30°C, la fotosintesi comincia progressivamente a diminuire quando la temperatura delle foglie sale a 35-40°C, e le temperature ottimali,



a causa del riscaldamento globale, sono superate più frequentemente. Per gli insetti impollinatori, tutto ciò diviene una riduzione della disponibilità di risorse alimentari in nettare ed in polline. Se all'aumento della temperatura si accoppia anche una riduzione della disponibilità idrica, gli effetti divengono molto più dannosi, sulla quantità di nettare prodotto dai fiori e sulla sua qualità, in termini di composizione chimica.

Il nettare

Il nettare ed il polline sono il compenso che le piante offrono ai pronubi per il trasferimento del polline nell'intera popolazione di una determinata specie e sono anche la loro dieta. Il nettare è una secrezione acquosa di varie sostanze e pertanto per la sua produzione è necessaria una disponibilità di acqua; l'acqua è poca, la produzione di nettare diminuisce. Bisogna considerare che, una volta prodotto, il nettare va spesso incontro a perdita di acqua per evaporazione con conseguente aumento della concentrazione dei soluti (principalmente zuccheri) e quindi della sua viscosità. Un incremento della temperatura può incidere pesantemente su tale fenomeno, in quanto, sebbene di per sé determini una diminuzione della viscosità, in combinazione con la perdita di acqua ed il conseguente aumento della concentrazione del nettare, può causare un aumento complessivo della viscosità. La viscosità è un parametro chiave per le dinamiche nettare-impollinatore, in quanto influenza direttamente il guadagno energetico netto dell'impollinatore, essendo un fattore determinante sul dispendio di energia richiesto per la suzione della secrezione: più il nettare è viscoso più difficile e dispendiosa sarà la sua suzione da parte dell'insetto; oltre un certo limite – a seconda delle caratteristiche morfo-anatomiche dell'apparato boccale e delle modalità di suzione del nettare, l'insetto non può suggerire il nettare. Una eccessiva concentrazione dei soluti, dovuta all'aumentata perdita di acqua per evaporazione, ha effetti diretti sulla composizione chimica nel nettare, nel quale si trovano metaboliti secondari il cui effetto sulle api, ad esempio, varia in funzione della loro concentrazione.

L'aumento delle temperature medie nell'autunno-inverno altera la normale fenologia delle piante con effetti eclatanti nell'induzione di fioriture tardive in molte specie arboree. La pianta, quando si prepara normalmente al riposo invernale, è forzata dalla temperatura più alta, a spendere un surplus di energia per la produzione di fiori che non porteranno alla produzione di frutti e semi. Nella primavera successiva la pianta avrà a disposizione una quantità di riserve minori per la normale fioritura primaverile che, si noti, in tali piante avviene prima dell'emissione delle foglie e quindi sfrutta riserve pre-immagazzinate. Ciò si riflette in un minor numero di fiori e/o in una ridotta produzione di nettare. Anche l'aumento delle temperature primaverili-estive può avere per effetto una contrazione del periodo di fioritura e della antesi florale, nonché una riduzione nel numero di fiori prodotti per pianta ed un aumento del numero di fiori privi di nettare o con antere abortite.

Oltre ai profumi, colori e forme i fiori utilizzano anche il calore per attirare gli insetti. I fiori di alcune piante producono abbastanza calore per aumentare le loro temperature fino a 3,5°C sopra la temperatura dell'aria mediante la trasformazione in calore della luce solare o anche con la produzione di calore mediante "termogenesi".

Il meccanismo fisiologico che induce la produzione di calore al diminuire della temperatura dell'aria non è ancora conosciuto. Piante termogeniche appartengono solo alle più antiche famiglie di angiosperme; si sono evolute in associazione con coleotteri impollinatori. Oltre alle altre ricompense nutrizionali, alcune piante premiano impollinatori "ecto-termici" anche con il calore. I bombi, ad esempio, scelgono i fiori più caldi, soprattutto quando, nelle prime fasi primaverili, la temperatura costituisce un fattore limitante per l'attività dei pronubi. Gli insetti sono organismi pecilotermi; la loro temperatura corporea è in accordo con quella esterna e, nella interazione calorica con i fiori termogenici, gioca la differenza di temperatura ambiente-fiore. Se la temperatura ambientale è più elevata, alla pianta non sempre è possibile superarla, quindi cade l'attrattività ca-

lorica ed il fiore avrà meno probabilità di essere visitato.

Il nettare è secreto da apposite ghiandole dette “nettari”. Contiene, appunto, acqua, zuccheri ed amminoacidi che costituiscono il prevalente o unico cibo per gli impollinatori. È una sostanza specializzata verso gli impollinatori specifici della pianta. Fiori visitati dagli apoidei contengono più zucchero dato che gli apoidei utilizzano anche il polline come fonte proteica, mentre, ad esempio, nei fiori visitati da lepidotteri prevalgono gli aminoacidi, poiché l'apparato boccale di questi insetti (la spiritromba) consente loro solo alimenti fluidi. L'importanza del nettare ed il suo costo energetico è dimostrata, per converso, dal fatto che la pianta produce un nettare tossico per alcuni insetti poco o affatto utili nel trasferimento del polline.

Vi sono specie di piante che hanno nettari “extraflorali”; questi nettari hanno un ruolo mutualistico, finalizzato ad attrarre soprattutto formiche e/o coccinelle, cioè predatori di eventuali insetti nocivi. Il nettare funge quindi da richiamo per insetti che possono poi acquisire il ruolo di “guardie del corpo”. Se invece un'ape o un pipistrello si avvicinano alla pianta, questa addolcisce il suo nettare: si suppone che le piante comunichino con gli animali attraverso suoni non udibili all'uomo (comunicazione vegetale).

Alcuni fiori reagiscono al ronzio prodotto dalle api in volo producendo rapidamente un nettare più dolce del 20%, obbedendo al segnale generato da ultrasuoni impercettibili dall'uomo ed attivi nei confronti del fiore già a distanze intorno ai 10 cm. I fiori sono in grado di captare le onde sonore, generando a loro volta delle vibrazioni in risposta al battito delle ali degli impollinatori. Recenti studi hanno inoltre rilevato che i fiori sono in grado di “riconoscere” il tipo di ronzio e conseguentemente essere più o meno “generosi” nella liberazione del polline dalle antere in funzione del tipo di impollinatore più o meno efficiente nel trasporto del polline.

Le dimensioni dei granuli di polline vanno tra 15 e 200 micrometri; le api raccolgono più frequentemente quelli nel *range* tra 40 e 90 micrometri. È

Il *Bombus soroensis* FABBRICIUS 1777 e la *Xylocopa frontalis* LATREILLE 1802, afferrano il fiore e, muovendo rapidamente i muscoli del volo, fanno vibrare il fiore e le antere con un vigoroso scuotimento, facendo fuoriuscire il polline, su colture quali pomodoro, peperone e mirtillo, che non possono essere impollinate dall'ape mellifera o da altri apoidei di piccole dimensioni. Questa vibro-impollinazione è chiamata “impollinazione del ronzio” e circa il 9 % dei fiori del mondo (20 000 specie) viene impollinato mediante questa impollinazione vibrante. Osmie e bombi riescono a bottinare sulle colture anche quando vi sono basse temperature, vento forte ed elevata umidità che impediscono alle api mellifere di volare.



Bombus soroensis



Xylocopa frontalis

un alimento completo, contiene proteine solubili e insolubili, lipidi e carboidrati (amido, glucosio, fruttosio saccarosio e zuccheri più complessi). Solo una parte del polline raccolto è destinato ad impollinare altri fiori dal momento che costituisce una importante fonte di cibo per l'entomofauna. Il polline di tutte le specie entomofile è ricoperto da una sostanza di natura lipidica detta *pollenkitt*, che determina il colore e l'odore del polline. Essendo viscoso, il *pollenkitt* partecipa alla formazione delle palline che le api portano nelle cestelle delle zampe posteriori; favorisce l'adesione allo stigma e fa aderire i granuli all'antera finché questi non vengono attivamente raccolti dall'impollinatore. Al microscopio è spesso osservabile una micro-scultura con uncini o altre appendici

in modo da favorire l'adesione al corpo degli impollinatori. Il polline è attratto da forze elettrostatiche che vengono accumulate sia sul corpo degli impollinatori che sui fiori e sono in grado di esercitare un campo elettro-magnetico che facilita il trasferimento del polline sia dal fiore verso l'impollinatore che viceversa. L'atterraggio di un impollinatore su un fiore provoca una temporanea alterazione del potenziale elettrostatico, alterazione che diviene una sorta di informazione per i successivi "visitatori" del fiore, i quali apprendono che quel fiore, è stato appena visitato, ed ha minori riserve di polline e nettare.

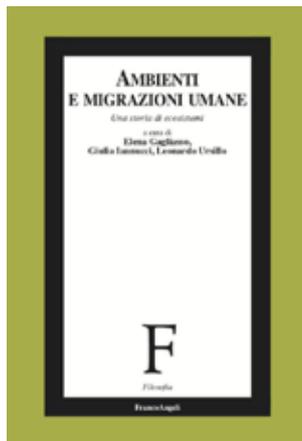
Questi brevissimi cenni sulle interazioni tra Angiosperme ed insetti impollinatori forse lasciano comprendere come l'aumento della temperatura, che diviene sempre più intenso, sconvolge questi delicatissimi meccanismi che sono comunque e sempre legati alla temperatura ambientale.

Sulla gravità della "crisi di impollinazione" disponiamo di una prova, cioè i tentativi di costruiri

re api-robot che possano sostituire gli impollinatori. In un solo giorno un'ape riesce visitare fino a 3.000 fiori (vorrei aggiungere gratuitamente per noi). Le api bottinatrici di una colonia, mediamente, visitano 100 milioni di fiori. Inoltre l'ape, per istinto, fa in modo che il fiore rimanga integro ed in condizioni di proseguire il suo compito. Proviamo ad immaginare un operatore che debba guidare il piccolo robot della immagine a visitare 100 milioni di fiori al giorno, prelevare e depositare il polline e, tra l'altro, lasciare inutilizzato, e marcescente, il nettare che la pianta ha prodotto con tanta fatica. ●



Ambienti e migrazioni umane
a cura di **Elena Gagliasso, Giulia Iannucci,**
Leonardo Ursillo
Franco Angeli 2022



Un libro dedicato all'*andare*, alle forme dei transiti umani sul pianeta, nel loro passato remoto, nel loro plasmare le culture materiali e simboliche e nel loro costante riproporsi nel presente, con cause che si rinnovano ed esiti che ci toccano da vicino.

Due i temi principali che si intrecciano: le devastazioni ecologiche e le diaspore umane che ne conseguono. Ma il libro si inoltra in un percorso complesso, che incrocia diversi campi di ricerca e ha l'intento di collegare le spiegazioni bioevolutive, antropogenetiche, ecologiche del fenomeno con quelle filosofiche, cognitive, sociali e ideologiche. In breve: l'evoluzione biologica e il contesto storico culturale.

Il legame tra le migrazioni e gli ambienti che cambiano non è certo un dato nuovo o contingente. Al contrario, si mostra come una "forma di vita" propria della natura umana e in comune con ogni specie "mobile". Ma se del migrare remoto abbiamo tracce documentali e indizi di cause, di quello presente siamo spettatori - e attori - in prima persona. E il presente è quello su cui possiamo agire. La conoscenza in questo ambito si lega perciò alla responsabilità che riguarda anche il futuro.

Saggi di Giorgio Manzi, Elena Gagliasso, Stefano Pilotto, David Ceccarelli, Leonardo Ursillo, Antonello La Vergata, Carmela Morabito, Giulia Iannucci, Ilaria Tani, Massimo Vedovelli.