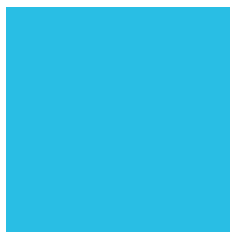


**QUADERNI
SULLA SANITÀ
PUBBLICA**



Emergenza api e insetti impollinatori



04



Emergenza api e insetti impollinatori



A cura di

Paola Maiolino

Manuela Martano

Karen Power

DMVPA, Dipartimento di Medicina Veterinaria e

Produzioni Animali - Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Gennaro Di Prisco

Assunta Russo

Francesca Mele

Liberata Gualtieri

IPSP-CNR, Istituto per la Protezione Sostenibile delle

Piante - Consiglio Nazionale delle Ricerche, sede di Portici, Napoli

Patrizio Catalano

Maria Cavaliere

Area Veterinaria - Dipartimento di prevenzione - Asl Napoli 2 Nord

via Padre Mario Vergara 228, Frattamaggiore (NA)

Indice

III *Prefazione di Raffaele Bove*

V *Prefazione di Franco Mutinelli*

Capitolo I

Impollinatori, Servizi Ecosistemici e iniziative per la salvaguardia

- 3 Impollinatori: chi sono
- 5 Api e servizi ecosistemici
- 6 Iniziative europee e italiane per proteggere gli impollinatori
- 11 Importanza delle aree urbane e periurbane per proteggere gli impollinatori e le api
- 12 L'azione dei cittadini per la tutela degli impollinatori

Capitolo II

Il declino degli impollinatori nel mondo

- 17 Il declino degli impollinatori nel mondo
- 20 Cause del declino degli impollinatori
 - 2.1 *Agricoltura intensiva*
 - 2.2 *Agenti patogeni*
 - 2.3 *Patologie batteriche*
 - 2.4 *Patologie virali*
 - 2.5 *Patologie parassitarie*
 - 2.6 *Patologie fungine*
 - 2.7 *Cambiamenti climatici*
 - 2.8 *Stress nutrizionali*

Capitolo III

Api sentinelle di inquinamento ambientale

- 37 Api sentinelle di inquinamento ambientale
- 41 Stato di salute degli alveari prima dell'invernamento nella Regione Campania- autunno-inverno 2020-primavera 2021
- 43 Monitoraggio in Campania (MONAPI). Il programma della IV area del Cervene "Emergenza api e insetti impollinatori" - Annualità 2021
- 45 Monitoraggio e api – impatto ambientale del Termovalorizzatore di Acerra nei territori limitrofi e di competenza dell'ASL NA2 NORD
- 53 **Fonti e bibliografia**

PREFAZIONE

di **Raffaele Bove**,
Direttore tecnico del Cervene

Con delibera di giunta 518 del 25/11/2020, la Regione Campania ha approvato il nuovo schema di Protocollo di Intesa tra Regione Campania, Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno, Università Di Napoli Federico II, ASL Salerno e Fondazione Mida per la continuazione ed il funzionamento del CERVENE, cambiando anche il nuovo nome in Centro Regionale di Riferimento per la Prevenzione e gestione delle emergenze. Il Protocollo ha stabilito inoltre che uno degli ambiti di lavoro del Centro di riferimento sia l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile con riferimento ai 17 Obiettivi "Sustainable Development Goals, SDGs", e in particolare, l'obiettivo 13

dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, che prevede di "rafforzare in tutti la capacità di ripresa e di adattamento ai rischi legati al clima e ai disastri naturali".

L'UOD Prevenzione e SPV della Regione Campania, guidata dal dottor Paolo Sarnelli ha voluto, con il protocollo, istituire nel Cervene una quarta area denomina-

***L'UOD Prevenzione
e SPV della Regione
Campania ha voluto
istituire nel Cervene una
quarta area denominata
Emergenza Api ed
Insetti impollinatori"***

ta, "Emergenza Api ed Insetti impollinatori" che ha come obiettivo principale il riconoscimento dell'Apicoltura come "Servizio Ecosistemico" oltre che agronomico, obiettivo che si sposa con i dettami di diversi obiettivi dell'Agenda 2030. La Direzione di questa Area, affidata ad un docente del Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali, tra le altre attività, si prefigge di creare una rete finalizzata al monitoraggio dello stato di salute degli apiari del-

la Regione Campania, promuovere modifiche ed integrazioni della normativa regionale in materia di apicoltura, ma anche promuovere l'informazione, la comunicazione, la sensibilizzazione e la formazione continua e l'aggiornamento professionale in apicoltura, con la collaborazione attiva delle Associazioni specifiche (veterinari ed apicoltori) e le organizzazioni nazionali ed internazionali che si occupano della difesa del patrimonio degli impollinatori.

Il CERVENE, seguendo il filo dell'Agenda 2030, nell'ambito dei cambiamenti climatici e dei rischi antropici sull'ambiente, fattori scatenanti particolari emergenze e calamità, ha inoltre sottoscritto un Protocollo di Intesa con il CNR – Istituto per la Protezione sostenibile delle Piante (CNR-IPSP). Il CERVENE e il CNR-IPSP hanno espresso il loro interesse ad implementare un progetto di formazione scientifica, ricerca e divulgazione nell'ambito delle realtà internazionali, nazionali e locali, in tema di "gestione del servizio di impollinazione in ambienti naturali e agricoli al fine di contrastare la perdita di biodiversità delle api da miele e delle api selvatiche".

La strada intrapresa con quanto esposto sopra, mira a diffondere e migliorare la consapevolezza del ruolo delle api nella difesa del nostro Pianeta. La recente pubblicazione si muove verso questo obiettivo, rendere consapevoli i cittadini e promuovere un ruolo sempre più attivo nella tutela del nostro Mondo.

PREFAZIONE

di **Franco Mutinelli**,

Centro di referenza nazionale per l'apicoltura

L'impollinazione rappresenta il trasferimento dei granuli pollinici dalla parte maschile a quella femminile delle piante al fine di consentire la riproduzione. Nel corso di milioni di anni di evoluzione, alcune piante hanno affidato questo processo ad altri esseri viventi piuttosto che al vento o all'acqua. Benché diverse specie di artropodi siano anche impollinatori, tra di essi sono gli insetti a svolgere la maggior parte dell'impollinazione sostenendo in questo modo la produzione di frutta e verdura e influenzando indirettamente la vita quotidiana dell'umanità. Diversi sono gli Ordini ai quali appartengono, Lepidoptera (Farfalle e Falene), Coleoptera (Scarabei), Diptera (Mosche

Sirfidi) e Hymenoptera (Api, Vespe e Calabroni). I più rappresentativi ed efficienti però, sono gli imenotteri appartenenti alla superfamiglia Apoidea, comunemente chiamate api. Solo in Europa, si contano circa 2.000 specie di api che contribuiscono al servizio di impollinazione il cui valore, in termini produttivi, è stimato in almeno 200 miliardi di dollari per anno. Ne deriva che

***Il servizio
d'impollinazione
di un alveare
in un anno vale
per la collettività
circa 1.240 euro***

il valore economico dell'impollinazione è di gran lunga superiore a quello dei prodotti diretti dell'apicoltura. Il servizio d'impollinazione di un alveare in un anno vale per la collettività circa 1.240 euro, solo per la fecondazione delle colture, mentre secondo il Terzo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia la valutazione economica del servizio di impollinazione delle aree agricole italiane è pari a circa 2 miliardi di euro l'anno. Il benessere dell'umanità è legato

alla capacità degli ecosistemi di garantire i mezzi di sussistenza e la disponibilità di alimenti e questa dipendenza viene comunemente misurata come “Servizi Ecosistemici”, cioè “i benefici che gli esseri umani traggono dagli ecosistemi stessi”.

Oggi, molteplici fattori stanno causando la progressiva perdita di biodiversità degli insetti di ogni ordine, che mostrano tassi di estinzione preoccupanti, soprattutto gli impollinatori (pronubi). Il 90% delle piante spontanee e il 75% di quelle coltivate dipendono infatti dall'impollinazione mediata da insetti pronubi tra cui l'ape da miele (*Apis mellifera* L.), dalla quale gli apicoltori ricavano preziosi prodotti, ma anche altri impollinatori selvatici parimenti importanti (le specie della superfamiglia Apoidea). Gli insetti pronubi, grazie alla loro attività di trasporto del polline, garantiscono servizi ecosistemici essenziali, quali il mantenimento della biodiversità vegetale e la produzione di alimenti. Le api, quindi, hanno un ruolo chiave nella regolazione dei servizi a supporto della produzione alimentare, della tutela degli habitat e delle risorse naturali.

Tuttavia, la rarefazione dei pronubi dovuta a fattori di stress ambientale come i cambiamenti climatici, l'agricoltura intensiva, le carenze nutrizionali e l'inquinamento antropico, rende sempre più necessari studi che portino a concrete azioni di supporto alla vita delle famiglie di api da miele, alle produzioni tipiche territoriali e alla tutela degli ecotipi locali, nonché per valutare lo stato degli impollinatori selvatici nelle aree naturali, riserve ambientali e agroecosistemi, soprattutto per quei pronubi inseriti nella red list europea e italiana delle specie a rischio di estinzione.

In questo contesto, la piattaforma intergovernativa scienza-politica sulla biodiversità e i servizi ecosistemici (IPBES), istituita nel 2012 dagli Stati membri delle Nazioni Unite, si pone come un organismo intergovernativo indipendente per rafforzare l'interfaccia tra scienza e politica per la biodiversità e i servizi ecosistemici ed ha tra i suoi fini la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità stessa, la salute umana a lungo termine e lo sviluppo sostenibile.

In Italia, ad esempio, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MiPAAF) ha recentemente finanziato un progetto coordinato dal CREA-AA, Consiglio per la Ricerca e la Ricerca in Agricoltura e l'Economia Agraria – Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, denominato “BeeNet: api e biodiversità nel monitoraggio dell'ambiente” con lo scopo di valutare, attraverso il monitoraggio, l'efficacia delle misure agroambientali della Politica Agricola Comunitaria (PAC) attuate dai Piani di Sviluppo Rurale (PSR), in particolare quelle che ricadono sotto la denominazione di “greening”. Sempre nell'ottica dell'importanza dello studio del declino degli impollinatori e della biodiversità degli ecosistemi naturali e agricoli, l'Istituto per

la Protezione Sostenibile delle Piante del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IPSP-CNR) è direttamente impegnato nell'attività specifica "IPSP4Pollinators, Studio dei servizi ecosistemici dei pronubi per un'agricoltura ecologica e sostenibile" in cui diversi aspetti delle cross-talk multilivello tra ambiente-piante-parassiti-parassitoidi-impollinatori sono studiati nei loro aspetti chimici, molecolari, fisiologici e comportamentali.

Mentre è riconosciuto il ruolo delle aree rurali nel sostenere gli habitat delle popolazioni di impollinatori, non lo è quello delle aree urbane e periurbane. In questo senso, gli spazi pubblici e privati come parchi, giardini e tetti sono sempre più visti come possibili habitat "di rifugio" per gli impollinatori e da "passerelle" che consentono agli impollinatori di spostarsi e disperdersi all'interno delle zone urbanizzate, creando collegamenti con le zone della campagna e favorendo la creazione di una rete di habitat favorevoli agli impollinatori in un paesaggio più vasto.

A seguito di una crescente sensibilizzazione sul tema della salvaguardia degli insetti impollinatori sono state avviate diverse azioni di coinvolgimento della società civile al fine di creare le condizioni ambientali per ridurre l'impatto di fattori avversi agli impollinatori. Azioni che rientrano nel vivere comune della popolazione o semplici gesti quotidiani che possono fare la differenza se adottati su larga scala. Oltre a tali azioni, i cittadini possono partecipare direttamente a progetti di ricerca, svincolando l'esclusività dello svolgimento di complessi disegni sperimentali ai centri di ricerca. Parliamo della cosiddetta "Citizen Science" definita come: "attività scientifica condotta da membri del pubblico indistinto in collaborazione con scienziati o sotto la direzione di scienziati professionisti e istituzioni scientifiche". Non vanno poi trascurati i diversi agenti di malattia, ben noti nelle api allevate, che sono responsabili di infestazioni parassitarie, una su tutte quella sostenuta dall'acaro *Varroa destructor*, infezioni batteriche, virali e fungine che richiedono un notevole impegno per la corretta gestione sanitaria degli alveari da parte degli apicoltori, non sempre coronata da successo. Senza dimenticare i patogeni esotici come il coleottero *Aethina tumida* o l'acaro *Tropilaelaps* spp. o gli emergenti che potrebbero gravare ulteriormente sull'industria apistica. L'attenzione è oggi rivolta anche a quei patogeni propri delle api allevate che studi recenti hanno riscontrato anche in insetti selvatici come bombi o vespe, aprendo un interessante e forse preoccupante scenario di scambio di agenti patogeni o potenziali fra popolazioni di insetti che condividono lo stesso territorio e le stesse fonti alimentari.

Da ultimo, ma non meno importante, è il riferimento all'utilizzo delle api come sentinelle di inquinamento ambientale grazie alle loro ca-

ratteristiche morfologiche e comportamentali. Vengono in particolare ricordati i progetti del territorio in cui operano gli autori: Stato di salute degli alveari prima dell'invernamento nella Regione Campania - autunno-inverno 2020 - primavera 2021 (INFEA), Monitoraggio in Campania (MONAPI- anno 2021): Il programma della IV del Cervene: "Emergenza api e impollinatori" e Monitoraggio e api – impatto ambientale del Termovalorizzatore di Acerra nei territori limitrofi e di competenza dell'ASL NA2 NORD.

In conclusione, nel volume "EMERGENZA API E INSETTI IMPOLLINATORI", gli autori, con la loro diversa estrazione professionale e consolidata esperienza, hanno sintetizzato egregiamente le principali problematiche che affliggono gli impollinatori allevati e naturali, sottolineando le azioni rilevanti ad oggi intraprese nel mondo, in Europa e in Italia al fine di far emergere il ruolo fondamentale degli impollinatori nella salvaguardia dell'ecosistema e la necessità di migliorare le nostre conoscenze e sensibilizzare l'opinione pubblica ai fini della loro tutela.

Capitolo I

Impollinatori, Servizi Ecosistemici e iniziative per la salvaguardia

IMPOLLINATORI, SERVIZI ECOSISTEMICI E INIZIATIVE PER LA SALVAGUARDIA

1. Impollinatori: chi sono

L'impollinazione rappresenta il trasferimento dei granuli pollinici dalla parte maschile a quella femminile delle piante al fine di consentire la riproduzione. Nel corso di milioni di anni di evoluzione, alcune piante hanno affidato il trasporto di polline ad altri esseri viventi piuttosto che al vento o all'acqua. Le angiosperme, infatti, si sono co-evolute con diversi organismi animali, tra cui, gli artropodi, rettili, uccelli, pipistrelli, mammiferi ed in qualche modo anche l'uomo. Nonostante diverse specie di Artropodi siano anche impollinatori, tra di essi sono

In Europa vi sono circa 2.000 specie di Api che contribuiscono al servizio di impollinazione

gli insetti a svolgere la maggior parte dell'impollinazione che, grazie a questa attività sostengono la produzione di frutta e verdura influenzando indirettamente la vita quotidiana dell'intera umanità. Appartengono a diversi ordini, quali *Lepidoptera* (Farfalle e Falene), *Coleoptera* (Scarabei), *Diptera* (Mosche Sifidi) e *Hymenoptera* (Api, Vespe e Calabroni).

I più rappresentativi ed efficienti però, sono gli imenotteri appartenenti alla superfamiglia *Apoidea* (in generale chiamate Api). Soltanto in Europa, vi sono circa 2.000 specie di Api, che contribuiscono al servizio di impollinazione il cui valore, in termini produttivi, si stima essere di almeno 200 miliardi di dollari per anno a livello globale. Sono un gruppo eterogeneo di specie con abitudini di vita che vanno da quella solitaria alla socialità più spinta, ma non mancano quelle

parassite di altre api. Gli Apoidei europei vengono classificati per morfologia, biologia ed etologia, in sei famiglie, e cioè:

Andrenidae - Gli Andrenidi sono una vasta famiglia di Apoidei di piccole e moderate dimensioni comunemente chiamati *mining bees* o api minatrici perché hanno l'abitudine di scavare il proprio nido nel terreno. Scavano gallerie di 20-30 cm con diverse camere larvali terminali. A questa famiglia appartengono specie solitarie o con pochi tratti di aggregazione di cui le più abbondanti appartengono al genere *Andrena*. Volano soprattutto in primavera ed hanno come habitus alimentare il polline e il nettare di poche specie vegetali, sono infatti oligolettiche. Possiedono un apparato boccale con ligula corta ed apparato di raccolta del polline (scopa) sulle zampe posteriori.

Colletidae - I Colletidi sono una famiglia di api quasi tutte solitarie, morfologicamente molto diverse, con una ligula molto corta e divisa in due piccoli lobi a forma di spatola. Sono conosciuti come *cellophane bees* (api del chellophane), *polyester bees* (api del poliestere) o più semplicemente *plasterer bees* (api intonacatrici) per la capacità delle femmine, grazie all'apparato boccale, di rivestire le camere larvali con una sostanza protettiva e impermeabile che dopo l'essiccazione somiglia appunto al cellophane.

Melittidae - I melittidi sono una famiglia di api solitarie di piccole e medie dimensioni, diffuse in Africa e nelle zone temperate dell'emisfero boreale, ma sono assenti in Australia e Sud America. Scavano abitualmente nidi nel terreno o nella sabbia e presentano specie normalmente oligolettiche anche se non mancano alcune monolettiche, quindi con la predilezione per una sola specie vegetale bottinata.

Halictidae - Gli alittidi sono diffusi in tutto il mondo e comprendono api di dimensioni molto variabile, con colorazione scura o metallica e ligula corta. Le specie più importanti in Italia sono *Halictus* e *Lasioglossum* riconoscibili per un tipico solco sulla parte terminale dell'addome chiamato rima. Scavano dei nidi nel terreno e presentano diversi gradi di socialità. Sono normalmente polilettrici con attività sia diurna che notturna, tuttavia alcune specie sono cleptoparassite e vivono a spese di altre api.

Megachilidae - I megachilidi sono una famiglia di specie sia solitarie che gregarie diffuse in tutto il mondo, con dimensioni variabili e ligula lunga, che nidificano in fessure di muri, canne o anfratti di vario tipo. Diversamente da altre famiglie di api che raccolgono il polline sulle zampe posteriori, i megachilidi hanno sotto l'addome una caratteristica struttura fatta di peli disposti a mo' di scopa. Tuttavia, non mancano specie di megachilidi cleptoparassite di altre api. Presentano comunemente mandibole grosse e forti per tagliare e masticare foglie o altro materiale vegetale di cui si servono per

costruire i nidi, piuttosto che scavare nel legno morto. Sono dette infatti api taglia foglie.

Apidae - Gli apidi sono una vasta famiglia di api con dimensioni da medio-piccole fino a molto grandi con colorazione e pelosità estremamente varia e ligula lunga. Presentano tutti i tipi di socialità da quella solitaria all'eusocialità delle api da miele (*Apis mellifera* L.) e bombi (*Bombus spp.* Latreille).

Sono poliletiche e quindi bottinano su un gran numero di specie vegetali, ma non mancano specie cleptoparassite. Le api da miele e i bombi sono allevati per i prodotti o per il servizio di impollinazione in agroecosistemi. Alcuni gruppi di apidi, non europei, sono caratterizzati dall'assenza del pungiglione (*Meliponini*).

2. Api e servizi ecosistemici

Il benessere dell'umanità è legato alla capacità degli ecosistemi di garantire i mezzi di sussistenza e la sicurezza alimentare. Questa dipendenza viene comunemente misurata come "Servizi Ecosistemici" cioè "i benefici che gli esseri umani traggono dagli ecosistemi stessi". Questa definizione viene definita dal "*Millennium Ecosystem Assessment*", un progetto di ricerca supportato dalle Nazioni Unite che ha lo scopo di identificare i cambiamenti subiti dagli ecosistemi e di prevedere scenari per il futuro, basandosi sul *trend* dei cambiamenti ambientali. I risultati affermano che il mondo sta degradando e consumando velocemente le proprie risorse naturali con significative conseguenze entro i prossimi 50 anni. La produzione mondiale di alimenti, infatti, dipende dagli ecosistemi terrestri in cui circa l'80% deriva dal mondo vegetale ed il resto da quello animale. Una varietà e biodiversità di specie viventi selvatici e allevati di cui avremo sempre più bisogno considerato il *trend* di popolazione umana mondiale da sfamare, in crescita costante. Il progressivo aumento della popolazione mondiale, infatti, pone seria preoccupazione per la disponibilità di risorse alimentari nel futuro prossimo.

Quindi, i diversi livelli di biodiversità assumono un'importanza fondamentale per la sopravvivenza stessa degli esseri viventi giacché è la stessa variabilità che sottintende ai fenomeni di resistenza e resilienza a fenomeni ambientali avversi. La moltitudine delle specie in rapporto multi-trofico tra piante, impollinatori, parassiti, parassitoidi e microrganismi è alla base dell'equilibrio cui si tende per il mantenimento di agroecosistemi sani e sostenibili. Tra gli Artropodi, gli insetti rappresentano il più grande tra i raggruppamenti di animali che popolano la Terra, annoverando oltre un milione di specie, pari all'80% dell'intero regno animale. Gli insetti sono tra i più anti-

chi colonizzatori del pianeta con capacità di adattamento a tutti gli ambienti, dall'acqua all'aria e sono il gruppo animale più adatto a monitorare la sostenibilità ambientale delle pratiche agricole e zootecniche. Oggi, molteplici fattori stanno causando la progressiva perdita di biodiversità degli insetti di ogni ordine, che mostrano tassi di estinzione preoccupanti, soprattutto gli impollinatori (pronubi). Il 90% delle piante spontanee e i $\frac{3}{4}$ di quelle coltivate, infatti, dipendono dall'impollinazione mediata da insetti pronubi tra cui l'Ape da miele (*Apis mellifera* L.), da cui gli apicoltori ricavano i preziosi prodotti ma anche altri impollinatori selvatici parimenti importanti (come descritto sono le specie della superfamiglia *Apoidea*). Questi, grazie alla loro attività di trasporto del polline garantiscono servizi ecosistemici essenziali, quali il mantenimento della biodiversità vegetale e la produzione di alimenti. Le api, quindi, hanno un ruolo chiave nella regolazione dei servizi a supporto della produzione alimentare, della tutela degli habitat e delle risorse naturali. Tuttavia, la rarefazione dei pronubi dovuta a fattori di stress ambientali come i cambiamenti climatici, agricoltura intensiva e inquinamento antropico, rende necessario lo sviluppo di studi atti a sviluppare concrete azioni di supporto alla vita delle famiglie di api da miele, supportarne le produzioni tipiche territoriali e tutelarne gli ecotipi locali oltre che valutare lo stato degli impollinatori selvatici nelle aree naturali, riserve ambientali e agroecosistemi, soprattutto per quei pronubi inseriti nella *red list* europea e italiana delle specie a rischio di estinzione. Un aiuto concreto è certamente quello di agricoltori consapevoli che affidano il servizio ecosistemico dell'impollinazione agli apicoltori locali e sull'utilizzo di impollinatori selvatici. È noto, infatti, che i servizi di impollinazione sono potenziati dalla presenza di insetti selvatici, colonie di api da miele e aree vegetali naturali interposte ai campi agricoli, chiamati corridoi ecologici.

3. Iniziative europee e italiane per proteggere gli impollinatori

L'importanza degli impollinatori per gli ecosistemi e per l'umanità è un fatto oramai assodato. Tuttavia, il percorso che porta allo sviluppo di misure di salvaguardia dei pronubi deve passare per lo studio delle specie ancora presenti, il loro stato di conservazione, nonché un continuo monitoraggio nel tempo, in ogni caso non invasivo e/o distruttivo. Nel 1992, al "Vertice sulla Terra" di Rio de Janeiro, in Brasile, i leader di diversi paesi del mondo hanno concordato una strategia globale di "sviluppo sostenibile" che garantisca la conserva-

zione di un pianeta sano e vitale da lasciare alle generazioni future. Uno dei principali accordi adottati è stata la Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) che ha tre principali obiettivi: conservazione della biodiversità, uso sostenibile della biodiversità, giusta ed equa ripartizione dei benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche. L'obiettivo generale della CBD, quindi, è quello di incoraggiare e stimolare azioni concrete che porteranno ad un futuro sostenibile.

La CBD copre tutti i possibili domini che sono direttamente o indirettamente legati alla biodiversità e al suo ruolo nello sviluppo, che va dalla scienza, alla politica e all'educazione fino all'agricoltura, al commercio e alla cultura. Risulta evidente che la gestione di tale argomento deve avvalersi dell'impegno di diverse competenze, sia scientifiche che gestionali e politiche. È nata, infatti, la piattaforma intergovernativa di politica scientifica sulla biodiversità e i servizi ecosistemici (IPBES) come un organismo intergovernativo indipendente istituito dagli Stati per rafforzare l'interfaccia tra scienza e politica per la biodiversità e i servizi ecosistemici per la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità, il benessere umano a lungo termine e lo sviluppo sostenibile. L'IPBES ha prodotto, infatti, l'*Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production* (Rapporto di valutazione su impollinatori, impollinazione e produzione alimentare) che fornisce risposte politiche concrete al declino del servizio di impollinazione identificando i risultati rilevanti per le politiche decisionali governative, nel settore privato e nella società civile, aiutando a dimostrare come un servizio ecosistemico essenziale contribuisce all'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile. L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU e consta di 17 obiettivi da raggiungere entro il 2030, tra cui: - lotta contro il cambiamento climatico; - la vita sott'acqua; - la vita sulla terra.

A livello Europeo, la UE ha messo in atto una serie di misure a sostegno degli impollinatori, come ad esempio la protezione degli habitat naturali dove essi nidificano e si sviluppano, il sostegno all'industria apistica o diverse azioni di restrizione all'uso di agrofarmaci nocivi per le api.

La rete europea per le zone protette "Natura 2000", infatti, consente di offrire molteplici habitat di importanza vitale per gli impollinatori. A questa iniziativa si aggiungono diverse misure per rafforzare l'azione di supporto alla vita degli impollinatori. La Commissione Europea, infatti, ha lanciato nel 2018 la "*European Pollinator Initiative*" che mira ad intervenire sul declino degli impollinatori selvatici nel territorio dell'UE. Questa iniziativa pone tre priorità: 1) migliorare le conoscenze sugli impollinatori; 2) affrontare le cause del declino de-

gli impollinatori; 3) sensibilizzare, migliorare la collaborazione e la condivisione delle conoscenze. Consta di diverse azioni specifiche che includono: sostenere il monitoraggio e la valutazione; sostenere la ricerca e l'innovazione; agevolare lo scambio di conoscenze e l'accesso ai dati; conservare le specie e gli habitat degli impollinatori che sono minacciati; migliorare gli habitat degli impollinatori nelle zone agricole e nei dintorni; migliorare gli habitat degli impollinatori nelle zone urbane e nel paesaggio più vasto; ridurre le ripercussioni sugli impollinatori dovute all'uso di pesticidi; ridurre l'impatto delle specie esotiche invasive sugli impollinatori; incoraggiare le imprese e i cittadini ad agire; promuovere le strategie sugli impollinatori e la collaborazione a tutti i livelli.

Inoltre, quest'iniziativa si integra nell'*International Initiative for the Conservation and Sustainable Use of Pollinations* (Iniziativa Internazionale per la Conservazione e l'Uso Sostenibile delle Impollinazioni) e mira a promuovere un'azione coordinata a livello mondiale per monitorare il declino degli impollinatori, identificare pratiche e sviluppare capacità nella gestione dei servizi di impollinazione per un'agricoltura sostenibile, e migliorare la sicurezza alimentare, la nutrizione e i mezzi di sussistenza attraverso una maggiore conservazione, ripristino e uso sostenibile degli impollinatori. L'iniziativa raccoglie: casi di studio, documenti, un glossario, uno strumento per identificare le specie di api di tutto il mondo ed inoltre, le iniziative consolidate a livello globale, tra cui l'*African Pollinator Initiative*, la *Brazilian Pollinator Initiative*, la *Colombian Pollinator Initiative*, la *French Pollinator Initiative* e l'*Oceania Pollinator Initiative* e la stessa *European Pollinator Initiative*.

Già nel 2010, un progetto europeo nell'ambito delle misure del 7° programma quadro, terminato nel 2015, chiamato STEP, Status and Trends of European Pollinators (Stato e trend degli impollinatori europei) ha documentato la natura e l'entità del declino degli impollinatori esaminando i tratti funzionali associati a particolari fattori di rischio utili per approntare misure di mitigazione di effetti avversi. Ancora a livello europeo una delle attività specifiche è quella della redazione di una "Lista Rossa per gli Apoidei" con lo scopo di realizzare un focus su un gruppo di specie di grandissima importanza per la conservazione del nostro patrimonio agricolo e naturale.

Il lavoro svolto, punto di arrivo di un importante processo di analisi, costituisce la base per le future attività di aggiornamento della valutazione e un tassello importante per le necessarie iniziative di conservazione, nel contesto dell'iniziativa di conservazione degli impollinatori recentemente lanciata dalla Commissione Europea a seguito di un lungo lavoro di preparazione e consultazione. Le liste rosse, con le relative valutazioni del rischio per le specie di impol-

linatori di interesse sono disponibili presso l'International Union for Conservation of Nature (IUCN) e sono sempre disponibili per la consultazione. Nelle liste rosse la valutazione del rischio di estinzione è basata su categorie e criteri ben precisi discussi da esperti di dominio dopo rigorosa revisione critica.

L'Italia, nel 2010, a seguito della CBD e dalla Strategia europea 2020, ha adottato la sua Strategia Nazionale per la Biodiversità che riconosce l'importanza di salvaguardare la biodiversità in quanto "capitale naturale" ed ha tra i suoi obiettivi, l'approfondimento delle conoscenze sullo stato di conservazione degli habitat e delle specie su tutto il territorio nazionale e nei nostri mari, nonché l'identificazione delle cause che determinano i fattori di rischio ed i principali fattori di minaccia implicati nel declino degli impollinatori come indicato ad esempio nel report dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) "Il declino delle api e degli impollinatori: le risposte alle domande più frequenti". Il lavoro auspica di essere utile ai cittadini e a tutti i portatori di interesse per avere una maggiore conoscenza e consapevolezza sulla situazione in cui versano gli impollinatori e su ciò che scientificamente si sta facendo per la tutela degli stessi.

Per la *red list* delle api italiane minacciate, invece, in Italia ci sono 151 specie di api per le quali esistono dati sufficienti e indizi di declino e sono state incluse nella valutazione. Sono state valutate le popolazioni nel loro areale italiano (Italia peninsulare, isole maggiori e, dove rilevante, isole minori). Delle 151 specie valutate, 5 sono in pericolo critico di estinzione e non sono state ritrovate di recente, pertanto sono considerate potenzialmente estinte. Altre 2 specie sono in pericolo critico, 10 specie sono in pericolo, 4 specie sono vulnerabili (in totale sono quindi 21 le specie a rischio di estinzione) e altre 13 sono prossime ad uno stato di minaccia.

Le Liste Rosse sono uno strumento essenziale per identificare priorità di conservazione, ma non sono, di per sé, un elenco di priorità. Altri elementi fondamentali nel definire le priorità includono il costo delle azioni, la probabilità di successo e la percentuale della popolazione globale di ciascuna specie presente in Italia, che determina la responsabilità nazionale nella conservazione a lungo termine di quella specie.

Lo studio delle relazioni tra impollinatori e agricoltura è di fondamentale importanza, infatti il MiPAAF, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali finanzia un progetto coordinato dal CREA-AA, Consiglio per la Ricerca e la Ricerca in Agricoltura e l'Economia Agraria – Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, intitolato BeeNet: api e biodiversità nel monitoraggio dell'ambiente. Lo scopo del progetto è valutare, attraverso il monitoraggio, l'efficacia delle misure

agroambientali della PAC (Politica Agricola Comunitaria) attuate dai PSR, in particolare quelle che ricadono sotto la denominazione di “greening”. A seguito dell’istituzione delle cosiddette “aree protette”, nel 1991, periodicamente il Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) emana direttive di “indirizzo delle attività dirette alla conservazione della biodiversità”. Le direttive si focalizzano sulle azioni volte ad affrontare il declino degli insetti impollinatori anche mantenendo uno sguardo globale sulle minacce alla biodiversità: consumo di suolo, urbanizzazione, inquinamento e cambiamenti climatici. Gli Enti Parco Nazionali, dovranno “assicurare la prosecuzione e il consolidamento delle azioni sugli impollinatori”. Essenziale è l’attività di monitoraggio degli impollinatori al fine di comprendere le cause del declino e adottare misure di contrasto. L’ultima direttiva 2021 si interessa di “apoidei selvatici e lepidotteri diurni, nonché sirfidi e lepidotteri notturni”. L’importanza dello studio del declino degli impollinatori e della biodiversità degli ecosistemi naturali e agricoli è un’attività in cui l’Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IPSP-CNR) è direttamente impegnato con una progettualità che va sotto l’azione specifica chiamata “IPSP4Pollinators, Studio dei servizi ecosistemici dei pronubi per un’agricoltura ecologica e sostenibile” in cui diversi aspetti delle cross-talk multilivello tra ambiente-piante-parassiti-parassitoidi-impollinatori sono studiati nei loro aspetti chimici (soprattutto le sostanze volatili, VOCs), molecolari (espressione di geni), fisiologiche (analisi del gusto e olfatto) e comportamentali (scelta differenziale dei nutrimenti per gli impollinatori).

Oltre a collaborazioni per studiare i fenomeni legati alla biodiversità dei pronubi e la divulgazione scientifica a scuole e popolazione con la Fondazione MIdA - Musei Integrati dell’Ambiente (Pertosa, SA) e con il Centro Regionale di Riferimento Veterinario per le emergenze non epidemiche (CeRVEnE) vi sono specifici progetti in corso per la salvaguardia degli impollinatori, cui l’IPSP-CNR è impegnato direttamente: 1) il monitoraggio degli impollinatori selvatici e degli inquinanti ambientali con le api da miele nel territorio del Parco Nazionale del Vesuvio in una progettualità gestita dall’Ente Parco nell’ambito delle “Direttive Parchi”; 2) studio dell’entomofauna pronuba della Riserva Naturale Statale Isola di Vivara (Procida); 3) Analisi degli effetti dell’agroecosistema canapa per il *boosting* della biodiversità degli impollinatori; 4) Il progetto “Pronubi in Cerreta” finanziato dalla Regione Campania per studiare gli impollinatori selvatici legati alle foreste (con approccio morfologico e *barcoding*-molecolare) e, per l’ape da miele, il *rewilding* delle colonie autoctone per isolare tratti, anche genetici dell’adattamento all’ambiente e ai cambiamenti climatici.

4. Importanza delle aree urbane e periurbane per proteggere gli impollinatori e le api

Mentre è riconosciuto il ruolo delle aree rurali nel sostenere gli habitat delle popolazioni di impollinatori, non lo è quello delle aree urbane e periurbane. *“Gli spazi pubblici e privati come parchi, giardini, tetti fungono da habitat “di rifugio” per gli impollinatori e da “passerelle” che consentono agli impollinatori di spostarsi e disperdersi all’interno delle zone urbanizzate: creando un collegamento con le zone naturali e seminaturali della campagna, favoriscono la creazione di una rete di habitat propizi agli impollinatori in un paesaggio più vasto”.* È per questo motivo che è sempre più diffusa la tendenza all’apicoltura urbana o metropolitana, e numerose città, quali New York, San Francisco, Tokio, Parigi, Londra, Seoul, Vienna, Berlino oltre a Roma, Torino, Milano, Bologna, Bolzano, Cesena, Palermo, presentano sparsi sul territorio nidi artificiali per altri impollinatori selvatici o ospitano alveari sui tetti di alberghi e ristoranti, palazzi, scuole, uffici e musei. Il miele prodotto viene venduto nei negozi e nei mercatini ed è molto apprezzato dai cittadini.

Le città offrono alle api habitat protetti dai forti venti e dagli sbalzi termici, temperature più miti, ma anche una grande variabilità di nettare e polline grazie alla numerosità e diversità delle specie botaniche presenti.

Non è raro osservare api che bottinano su tipiche piante ornamentali urbane come acero, cedro e pini oppure su alberi di tiglio e ipocastano che solitamente costeggiano i viali o su piante come la borragine, il fiordaliso, la facelia, che abbelliscono le aiuole e le aree spartitraffico, oppure sulla lavanda e sul basilico che si coltivano su balconi e terrazzi.

Molte sono le città italiane che hanno abbracciato questa politica seminando di proposito fiori e piante appetibili per le api, sfalciando meno frequentemente e vietando l’uso di pesticidi sia nei giardini pubblici che nei terrazzi e balconi, ottenendo il titolo di “Comune amico delle api”.

I progetti attuati in tale ambito prevedono la messa in pratica di una serie di azioni e misure volte a informare e sensibilizzare i propri cittadini sul valore degli insetti impollinatori ed in particolar modo delle api, bene comune globale. La città, in quanto luogo fisico ed istituzione fatta di persone, si presenta quindi come un importante elemento nella tutela delle specie di impollinatori sia domestiche che selvatiche.

Le api “urbane” producono un miele le cui proprietà organolettiche e sensoriali riflettono le specie botaniche presenti in quella città. Inol-

tre, grazie alla loro capacità di monitorare fedelmente il territorio, forniranno informazioni riguardanti la qualità dell'ambiente in cui vivono.

Contrariamente a quello che si può pensare il miele "urbano" non è contaminato: l'inquinamento cittadino non provoca morie di api e le continue analisi chimiche effettuate per analizzare la quantità di metalli pesanti presenti in questi mieli dimostrano che i valori di piombo, nichel, cromo e benzene sono irrilevanti per la salute umana.

5. L'azione dei cittadini per la tutela degli impollinatori

Far comprendere ai cittadini le potenziali conseguenze della perdita di biodiversità è sempre stata un'ardua sfida; infatti, informarli che possono agire per porre fine a questo degrado è l'obiettivo principale di diverse campagne di sensibilizzazione. Dare agli impollinatori un futuro è uno dei compiti più importanti a cui è chiamata l'umanità, essendo questi anello fondamentale dell'intera catena alimentare e importanti indicatori di qualità ambientale. È dovere di tutti proteggerli, avere consapevolezza del problema ed evitare pratiche che possano pregiudicarne la sopravvivenza.

A seguito di una crescente sensibilizzazione sul tema della salvaguardia degli insetti impollinatori, a livello europeo e anche italiano sono state avviate diverse azioni di coinvolgimento della società civile che operano nei più disparati settori produttivi, dall'agricoltura alla medicina, al fine di creare le condizioni ambientali per ridurre l'impatto di fattori avversi agli impollinatori. Tutte azioni che rientrano nel vivere comune della popolazione o semplici gesti quotidiani possono fare la differenza se adottati su larga scala. È un'inversione di tendenza del pensiero generale e di gestione delle risorse che le persone comuni possono cominciare a mettere in atto partendo, per esempio, dall'acquistare frutta e verdura di stagione, ridurre gli sprechi di plastica, scegliere cibo proveniente da sistemi di coltivazioni e allevamenti con ridotto impatto di agrofarmaci e farmaci veterinari, ed infine coltivare piante mellifere o pollinifere nei propri giardini, terrazzi o balconi. Inoltre, diverse associazioni di categoria, agenzie di protezione ambientale, o altre entità sia pubbliche che private (WWF, Greenpeace, Coldiretti, Confagricoltura, Legambiente, ecc.) comunemente si impegnano a diffondere le buone pratiche quotidiane per proteggere gli impollinatori. Altre direzioni verso cui si sta procedendo sono anche quelle, ad esempio, dell'architettura ecologica di cui è visibile virtualmente l'ambiente ideale per gli im-

pollinatori all'interno del *"European Commission's virtual Pollinator Park"*: un *crossover* tra uno zoo, un parco a tema, un museo interattivo divertente, educativo ed emotivamente coinvolgente.

Oltre a tali azioni i cittadini possono partecipare direttamente a progetti di ricerca, sdoganando l'esclusività dello svolgimento di complessi disegni sperimentali ai centri di ricerca. Infatti, la cosiddetta *"Citizen Science"* definita come: "attività scientifica condotta da membri del pubblico indistinto in collaborazione con scienziati o sotto la direzione di scienziati professionisti e istituzioni scientifiche" consente ai cittadini di partecipare alle attività di ricerca sia nella fase di proposta di specifici *need* di ricerca e relativi *outcome* attesi (*volunteer thinking*), o direttamente e praticamente alle campagne di osservazione, campionamenti e raccolta dei dati sperimentali (*participatory sensing*).

A livello globale, i comuni cittadini possono partecipare alle attività proposte per la "giornata Mondiale delle Api" istituita il 20 maggio dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel 2017 come momento di riflessione volta a sensibilizzare l'opinione pubblica sul fondamentale ruolo degli impollinatori e sul loro contributo allo sviluppo sostenibile. Concretamente le piccole azioni che i cittadini possono mettere in atto sono: - piantare fiori e piantine preferiti dalle api, ad esempio le erbacee tipo margherite, aromatiche come lavanda, timo, rosmarino, ecc., o arbustive e arboree come le more, albicocche, prugne, agrumi; - creare dei ripari per gli insetti i cosiddetti *"Beehotel"*;

-riqualificare il territorio urbano incrementando la diffusione di spazi verdi con siepi che fungono da riparo e fonte di cibo; - evitare l'utilizzo di pesticidi sintetici, fertilizzanti, erbicidi. È richiesta cooperazione e solidarietà globale: il contributo di ciascuno è essenziale per comunicare quanto gli impollinatori siano fondamentali sentinelle ecologiche, garanti della biodiversità e del benessere dell'intera umanità e degli ecosistemi.

Capitolo II

Il declino degli impollinatori nel mondo

IL DECLINO DEGLI IMPOLLINATORI NEL MONDO

Negli ultimi decenni, la quantità, la varietà e lo stato di salute/benessere delle specie di impollinatori domestici e selvatici presenti nell'Unione europea ha subito un forte calo, generando forte preoccupazione per la conservazione e la tutela della biodiversità. Il declino è stato segnalato principalmente nei paesi a forte azione antropica, come il Nord America e l'Europa Nord Occidentale e non solo a livello locale ma anche su una più ampia scala regionale. Dalla valutazione globale dello stato degli impollinatori pubblicata nel 2016 (IPBES), è emerso lo stretto legame tra attività umane e la riduzione degli impollinatori selvatici, vertebrati ed invertebrati. E,

Oltre il 40% delle specie di insetti impollinatori, tra cui farfalle, falene, coleotteri ed api, sono minacciate o a rischio di estinzione

secondo la valutazione mondiale degli insetti effettuata nel 2019, sono proprio questi ultimi a subire le maggiori pressioni. Oltre il 40% delle specie di insetti impollinatori, tra cui farfalle, falene, coleotteri ed api, sono minacciate o a rischio di estinzione. Tra gli insetti impollinatori quelli di cui si hanno più notizie sono senz'altro

le api, in particolare quelle appartenenti al genere *Apis*, probabilmente per la loro importanza economica, in quanto animali zootecnici (allevati), e per la stretta relazione che esiste tra mondo apistico e mondo umano.

Tra le specie del genere *Apis* la più comune è l'ape domestica (*Apis mellifera*), conosciuta come ape italiana. Il valore economico dell'*Apis mellifera* è molto spesso associato meramente alla produzione e

raccolta di prodotti quali miele, cera, propoli, pappa reale e veleno, da sempre utilizzati per l'alimentazione e il benessere psico-fisico umano. La produzione di miele ha una notevole importanza socio-economica. In tutta l'Unione Europea ci sono circa 650.000 apicoltori, che gestiscono 17,5 milioni di alveari e producono circa 280.000 tonnellate di miele l'anno, da qui si intuisce l'enorme importanza anche socio-economica dell'ape e del suo allevamento, che risultano nell'ambito delle specie zootecniche, la terza specie per importanza economica, preceduta solo dall'allevamento bovino e suino.

Tuttavia, come già evidenziato, il valore economico dell'impollinazione risulta di gran lunga superiore a quello derivante dai prodotti diretti dell'apicoltura. Il servizio d'impollinazione di un alveare in un anno vale per la collettività, circa 1.240 euro, solo per la fecondazione delle colture. Secondo il Terzo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia la valutazione economica del servizio di impollinazione delle aree agricole italiane è pari a circa 2 miliardi di euro l'anno. La consapevolezza del valore dell'azione impollinatrice delle api è aumentata quando si sono cominciati ad evidenziare gli effetti negativi di spopolamenti e morie di api sullo stato di salute dell'ambiente e dell'ecosistema.

Fenomeni di perdita delle colonie nel mondo apistico non sono infrequenti e furono registrati già negli anni '40 in seguito al verificarsi di diversi casi di peste americana e nei primi anni '80 in associazione a gravi infestazioni dell'acaro *Varroa destructor*. Successive segnalazioni, descritte come "perdite di colonie senza precedenti" sono state registrate nei primi mesi del 2006 sulla East Coast americana e, a fine 2006, sulla West Coast. A partire da questo momento, il numero delle segnalazioni è andato sempre più crescendo, il fenomeno ha raggiunto scala mondiale ed è stato ribattezzato dalla comunità scientifica come "Colony Collapse Disorder (CCD)" ovvero "Sindrome del Collasso delle Colonie". La sindrome del Collasso delle Colonie avviene quando la maggior parte delle api operaie in una colonia scompare improvvisamente, lasciando nell'arnia una regina, con poche riserve di cibo e pochissime api nutrici. Ciò determina a lungo andare uno squilibrio all'interno della colonia che non riesce a sostenersi in maniera autonoma e che va prima o poi incontro a morte. Si calcola che dal 2006 al 2013 l'America ha contato perdite pari al 45%, mentre l'Europa ha perso circa il 25% della popolazione apistica. Dati più recenti, derivanti dalla rete di monitoraggio dell'Associazione CoLoSS (Prevention of honey bee COlony LOSSes) e risalenti all'annata apistica 2017/2018 riportano perdite invernali in Europa pari al 16,4%.

Negli stessi anni anche in Italia sono state registrate significative perdite del patrimonio apistico tanto che sono stati attivati i piani

di monitoraggio a livello nazionale di cui si è parlato in precedenza (Apenet negli anni 2009-2010 e Beenet negli anni 2011-2014). I risultati del progetto Apenet riportano una mortalità nelle colonie con picchi pari al 40% nell'annata 2007-2008, pari al 19,17% nel 2009 e del 7,23% nel 2010. Nel 2011 la mortalità annuale delle colonie è stata valutata pari al 13,8% mentre nel 2012 si è attestata mediamente intorno al 6,9%. I dati più attuali raccolti dalla già citata rete internazionale CoLoSS riportano un tasso di mortalità invernale nazionale pari al 10,9% per l'annata 2016/2017 e 17,2% per l'annata 2017/2018.

Il patrimonio italiano degli apoidei, se relazionato alla superficie del nostro paese, era tra i più ricchi del mondo, infatti in occasione della realizzazione dell'ultima Checklist della Fauna Italiana, erano state identificate 944 specie appartenenti a sei delle sette famiglie conosciute a livello mondiale: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae e Apidae. Nel 2018 il Ministero dell'Ambiente ha richiesto al Comitato Italiano IUCN di redigere la Lista Rossa per gli apoidei italiani 2018. Nella Lista Rossa IUCN delle api italiane minacciate di estinzione sono state individuate 151 specie di api native in Italia di cui 34 con diversi livelli di minaccia, 5 delle quali sono state considerate come già potenzialmente estinte poiché non sono state ritrovate di recente loro tracce sul territorio italiano. Altre 2 specie sono in pericolo critico, 10 specie sono in pericolo, 4 specie sono vulnerabili (in totale sono quindi 21 le specie a rischio di estinzione) e altre 13 sono prossime ad uno stato di minaccia. L'Italia è l'unico paese europeo che ha redatto la Lista Rossa per i due gruppi più importanti di impollinatori, api (apoidei) e farfalle diurne (Lepidotteri ropaloceri). In Italia sono presenti 288 specie indigene di Lepidotteri diurni, di cui una (*Lycaena helle*) risulta già estinta in Italia mentre le specie minacciate di estinzione sono il 6,3% delle specie valutate.

Ma insetti ed api non sono gli unici impollinatori ad aver visto diminuire il proprio numero e la propria diversità. Altrettanto preoccupante è la condizione degli impollinatori vertebrati, come uccelli, pipistrelli, lucertole, roditori e primati che, secondo il report IUCN del 2015, presentano un tasso di minaccia di estinzione pari al 17% su scala globale, con picchi del 30% nelle isole.

Appare dunque evidente che l'equilibrio ecosistemico, fortemente connesso all'azione impollinatrice di queste specie, è a serio rischio ed è sempre maggiore l'interesse dell'opinione pubblica e dei ricercatori nei confronti del fenomeno. Gli studi fino ad ora condotti hanno individuato le cause nell'azione sinergica di attività antropiche dirette e indirette, e precisamente il cambiamento nell'uso del suolo e la frammentazione dell'habitat, la gestione agricola intensiva con uso di pesticidi, la presenza di specie aliene (esotiche), la diffusione

di vecchi e nuovi patogeni e i cambiamenti climatici, responsabili a loro volta della ridotta disponibilità o qualità delle risorse alimentari. In particolare, uno studio condotto da un team internazionale di ricercatori guidato dal Dipartimento di Zoologia dell'università di Cambridge e della School of Biological Sciences dell'università dell'East Anglia ha classificato, per ordine di importanza, le cause del fenomeno ponendo al primo posto la distruzione dell'*habitat*, al secondo la gestione del territorio – principalmente il pascolo, i fertilizzanti e le monocolture agricole – e al terzo l'utilizzo diffuso di pesticidi. L'effetto del cambiamento climatico è al quarto posto, ma probabilmente solo a causa del numero limitato dei dati ad oggi disponibili.

2. Cause del declino degli impollinatori

Come già citato, la riduzione degli impollinatori ed in particolare degli insetti impollinatori è dovuta all'azione sinergica di diversi fattori. Di seguito saranno analizzate le modalità con cui ciascuno di questi agisce facendo particolare riferimento al mondo apistico zootecnico e quindi alla specie *Apis mellifera*, in quanto molti sono gli studi e i dati a disposizione per questa specie.

2.1 Agricoltura intensiva

L'aumento della popolazione mondiale ha indotto la necessità di un aumento della produzione di alimenti, al fine di soddisfare le sempre maggiori richieste. Sempre più si va pertanto diffondendo la necessità di una agricoltura intensiva che vada ad aumentare la produttività per ettaro. Tra le tecniche utilizzate si ritrova la forte meccanizzazione, l'utilizzo di strutture come serre, l'introduzione di varietà colturali ad elevato rendimento e resistenti alle malattie, la diffusione di monocolture, l'uso di fitofarmaci e fertilizzanti chimici.

L'intensificazione delle procedure agricole ha determinato gravi danni per l'ambiente generando inquinamento di acqua e suolo, aumento dei gas serra, eutrofizzazione, riduzione degli habitat e perdita della biodiversità.

In particolare, la semplificazione del paesaggio e la perdita di diversità vegetale determina una riduzione nelle risorse alimentari per gli insetti impollinatori, in particolare della necessaria varietà di nettare e polline che garantirebbe l'apporto di carboidrati e proteine necessari al benessere degli animali, nonché della possibilità di trovare luoghi di riposo e nidificazione.

L'utilizzo di pesticidi è probabilmente la prima causa ad essere sta-

ta identificata ad avere un effetto dannoso sulla salute delle api, probabilmente per l'assenza di geni che codifichino per enzimi detossificanti. I pesticidi o fitofarmaci o agrofarmaci sono utilizzati in diversi campi (trattamenti alle colture vegetali, agli animali da allevamento o da compagnia per la lotta ai parassiti, in città per la lotta alle zanzare, blatte, ecc.), spesso in associazione fra loro (*cocktail*), in diverse modalità d'uso (polverulenta, granulare, liquida) e diverse vie di esposizione (sistemica, per ingestione o per contatto diretto e indiretto). Gli effetti prodotti dai fitofarmaci sulle api non possono essere generalizzati in quanto influenzati da numerosi fattori quali: la sostanza prelevata (polline, nettare, melata, acqua e propoli), tipo di fiore (con apparato nettario profondo o meno), clima (temperatura e umidità); periodo di trattamento (fioritura o meno), ora, dosaggi e numero, formulazione utilizzata), dislocazione alveari ecc...

L'uso di molecole quali neonicotinoidi, organofosfati, carbammati e piretroidi in agricoltura e orticoltura, così come l'uso di acaricidi contro l'acaro delle api *Varroa destructor*, può avere effetti acuti, subacuti e cronici sugli insetti impollinatori. I primi, conseguenti per lo più all'uso di fitofarmaci di vecchia generazione (DDT), sono caratterizzati da evidenti segni clinici e sono facilmente misurabili con i criteri di valutazione basati sulla DL50 (la dose di principio attivo che provoca la mortalità del 50% degli individui testati) e sulla RT25 (il tempo di decadimento del principio attivo necessario per ridurre la mortalità del 25%). Gli altri due, conseguenti per lo più all'uso di fitofarmaci di nuova generazione, sono caratterizzati da assenza di segni clinici o non evidenziabili e di conseguenza difficilmente misurabili.

I principali segni clinici di avvelenamento acuto sono neurologici e includono paralisi, tremori e morte nei pressi dell'arnia; mentre nell'avvelenamento cronico i segnali clinici sono principalmente connessi ad alterazioni delle relazioni sociali e del comportamento che possono determinare l'incapacità a condurre le attività giornaliere quali bottinatura e ritorno alla colonia, con conseguente riduzione lenta e progressiva degli individui. Benché il fenomeno riguardi principalmente le api bottinatrici, anche la covata e le api presenti nell'arnia possono subire l'azione dei pesticidi. Infatti, se alimentate con cibo contaminato prelevato all'esterno e introdotto nell'alveare covata ed api possono andare incontro a fenomeni di avvelenamento acuto/subacuto e morire nel giro di poche settimane, mentre se alimentate con cibo contaminato prelevato e immagazzinato, subiranno l'azione dei pesticidi anche a distanza di tempo dal momento dell'utilizzo in campo e moriranno a distanza anche di mesi/anni, quando il cibo sarà consumato. La conseguenza sarà nell'uno e nell'altro caso il più o meno lento spopolamento dell'alveare.

Inoltre, è stato dimostrato che esiste una interazione complessa e distruttiva tra l'esposizione ai pesticidi e alterazione del sistema immunitario che renderebbe le api più suscettibili all'azione degli agenti patogeni come dimostrano numerose ricerche. È stato, ad esempio, dimostrato che i neonicotinoidi, imidacloprid e clothianidin, sono in grado di modulare in maniera negativa i *pathway* immunitari antivirali agendo negativamente sulla risposta immunitaria nei confronti dei virus promuovendone la replicazione come nel caso del Virus delle ali deformi.

Allo stesso modo, è stato dimostrato che le api con sistema immunitario deficiente sono più suscettibili all'azione dei pesticidi. A tal proposito è riportato che l'esposizione delle api a dosi sub-letali di pesticidi fipronil e thiacloprid, causa tassi di mortalità maggiori nelle colonie già affette da *Nosema ceranae* rispetto a quelle non infette. L'esposizione combinata delle api al pesticida imidacloprid e al parassita *Nosema*, determina indebolimento delle api con conseguente elevata mortalità.

Un cenno particolare meritano i fitofarmaci "di nuova generazione" quali: i neonicotinoidi, i carbammati, gli organofosforici e i piretroidi, oggi oggetto di numerose ricerche per i notevoli effetti tossici in quanto comunemente e largamente utilizzati.

I neonicotinoidi sono insetticidi sintetici utilizzati per proteggere le colture, in particolare il mais, dall'azione di parassiti quali gli afidi, i tisanotteri, alcuni micro-lepidotteri ed un certo numero di coleotteri. Messi in commercio agli inizi del 1990 sono divenuti, in breve tempo, gli insetticidi più venduti al mondo e in quanto altamente tossici per le api quindi inizialmente sospesi e poi vietati. Essi esplicano la loro funzione agendo come agonisti dei recettori nicotinici dell'acetilcolina e alterando in modo irreversibile la trasmissione degli impulsi nervosi. I carbammati, non sono utilizzati solo come insetticidi, ma anche in farmacoterapia e come schiume per l'isolamento termico (poliuretano espanso) e, così come gli organofosforici, agiscono sulla trasmissione degli impulsi nervosi, ma inibendo l'attività dell'enzima acetilcolinesterasi indispensabile per il normale funzionamento dell'acetilcolina. I piretroidi agiscono alterando i canali del sodio della membrana cellulare delle fibre nervose con conseguente blocco della conduzione. Qualunque sia il meccanismo d'azione sul sistema nervoso, il risultato è la morte per paralisi.

Un breve cenno meritano i diserbanti in quanto da molti ancora considerati poco pericolosi per le api in quanto utilizzati sulle piante prima che fioriscono e quindi prima che vengono visitate dalle api. Tuttavia, tali trattamenti distruggendo la flora spontanea alterano la biodiversità e costringono le api a visitare colture che normalmente non visitano e che però sono frequentemente sottoposte a

trattamenti. Agli effetti tossici prodotti dai fitofarmaci si devono aggiungere anche quelli prodotti dai farmaci veterinari, in particolare antiparassitari e antibiotici, utilizzati dagli apicoltori per curare le più comuni malattie delle api quali: varroatosi, peste europea e americana, nosemiasi. È risaputo che nell'Unione Europea non esistono farmaci veterinari ad attività antimicrobica autorizzati per la cura delle malattie delle api e che l'impiego di analoghi farmaci destinati ad altre specie animali è possibile solo attraverso una ricetta medico veterinaria in cui sia indicato il tempo di sospensione (ad oggi non noto) considerate le possibili ricadute di sicurezza alimentare. Ne deriva quindi che chi li somministra non rispettando la normativa vigente commette un utilizzo illecito e di conseguenza sanzionabile. Inoltre, tali trattamenti oltre ad alterare il microbiota delle api provocando una diminuzione dell'aspettativa di vita dell'ape e rendendola più suscettibile agli agenti patogeni, possono inquinare i prodotti apistici (miele, cera, polline, pappa reale) con conseguenze anche per la salute umana. L'antibiotico resistenza è un fenomeno in notevole aumento che comporta gravi rischi per la salute umana e animale, e tale effetto è prodotto in larga parte dalle percentuali di antibiotici presenti negli alimenti e derivanti da pratiche zootecniche. Nel 2020 sono stati pubblicati sulla rivista *Diversity* i risultati di un programma di monitoraggio condotto in alcune regioni del nostro paese da un gruppo di ricerca dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie. I risultati del progetto hanno mostrato nei 696 campioni di api analizzati la presenza di residui di 150 pesticidi diversi con una media, nel 50% dei campioni, di 2-7 principi attivi. Il più rappresentato era il gruppo dei piretroidi ed in particolare il tau-fluvalinate, spesso impiegato dagli apicoltori come acaricida, seguito dagli organo-fosfati (clorpirifos) e dei neonicotinoidi (imidacloprid). Interessante, la scoperta della presenza di alcuni principi attivi vietati in Europa o non autorizzati all'uso in Italia.

2.2 Agenti patogeni

Tra i fattori che possono mettere in pericolo la salute ed il benessere delle api, esistono una notevole varietà di agenti patogeni come batteri, virus, parassiti e funghi, molti dei quali di recente introduzione sul territorio italiano. Tutti questi agenti patogeni sono in grado di causare un forte impatto sulle produzioni e conseguentemente ingenti perdite economiche per gli apicoltori, oltre a impattare sulla morfologia, fisiologia e comportamento delle api, e nonostante non sempre mostrino segnali clinici ben evidenti e riconoscibili, sono frequentemente associati all'indebolimento delle colonie e alla loro

perdita. Negli ultimi decenni molti passi avanti sono stati fatti nello studio delle patologie apistiche, tuttavia rimangono ancora numerose perplessità circa i reali meccanismi d'azione, pertanto risulta difficile individuare delle effettive soluzioni terapeutiche che possano risultare efficaci nel controllo e nella prevenzione dell'azione degli agenti patogeni. L'eradicazione, infatti, appare realmente difficile, se non addirittura impossibile, se si considera l'endemicità che caratterizza le patologie apistiche, in grado di diffondersi a macchia d'olio tra gli alveari di uno stesso territorio, tramite le api stesse, le tecniche apistiche e le attrezzature utilizzate, il commercio non ben regolato e la presenza di parassiti vettori (*Varroa*). Anche la diffusione all'interno di una stessa colonia risulta particolarmente facile, per le caratteristiche intrinseche alla organizzazione sociale delle api. Le api mellifere vivono in famiglie di circa 50.000 individui che partecipano, con diversi ruoli e numerose interazioni interindividuali, al sostentamento e allo sviluppo del "superorganismo ape". In tale contesto, sia la trasmissione verticale, da ape regina a api figlie/figli, che la trasmissione orizzontale, tra api sorelle/fratelli, risulta più semplice che per altre specie zootecniche. La trasmissione può avvenire, inoltre, per via diretta, attraverso per esempio i fenomeni di trofallassi (il passaggio di alimento tra due api o ape e larva), o per via indiretta, attraverso ad esempio l'azione di vettori (*Varroa destructor*) o fomiti (leve e guanti). Ciascun agente patogeno presenta un intrinseco livello di virulenza, di patogenicità, e quindi capacità di generare un danno nell'individuo, tuttavia questa dipende anche da caratteristiche non legate al patogeno bensì all'ambiente e alle condizioni generali di salute dell'organismo ospite, in particolare del suo sistema immunitario, che può risultare precedentemente alterato da fattori esterni quali l'esposizione a pesticidi o una dieta non bilanciata. Nei seguenti paragrafi saranno presentati alcuni degli agenti patogeni di maggiore interesse per il settore apistico.

2.3 Patologie batteriche

Tra le più importanti patologie batteriche, fonti di ingenti perdite per il settore apistico, ritroviamo la Pesta Americana e la Peste Europea, causate rispettivamente dal *Paenibacillus larvae* e *Melissococcus plutonius*. Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, il nome dato a queste patologie non fa riferimento alle aree di diffusione delle due patologie, bensì alle aree dove sono stati prima riscontrati e studiati i due patogeni. Entrambe sono incluse nella lista OIE delle malattie animali soggette a notifica (OIE Animal Health Code). Colpiscono le larve che si infettano dopo aver ingerito alimento con-

taminato dai batteri e mostrano, a differenza di altre patologie, caratteristici segni clinici, quali la decomposizione delle larve e l'odore sgradevole che queste emanano, e che ne è valse la denominazione di "foul smell disease" ("covata dall'odore disgustoso") attribuita dal naturalista tedesco Schirach. Tuttavia le due patologie appaiono clinicamente molto diverse.

Nella Peste Americana, la morte della larva avviene dopo l'opercolatura della celletta, i tessuti della larva vanno incontro a degradazione e l'individuo assume progressivamente una colorazione sempre più scura e una consistenza collosa che "fila" se prelevata con uno stecchino. A questa fase segue l'essiccazione del materiale che si trasforma in una scaglia scura e dura, tenacemente adesa al fondo della celletta e che difficilmente si riesce ad asportare. Queste scaglie contengono le spore che sono responsabili della diffusione dell'infezione. La peste americana è largamente diffusa nel mondo ad eccezione di alcune regioni tropicali africane e asiatiche.

Nella Peste Europea le larve infette perdono progressivamente il loro colore bianco brillante e disidratandosi assumono un colorito giallo-marroncino e una caratteristica forma torta o a ponte sulla parete della celletta. La morte della larva avviene generalmente prima dell'opercolatura della celletta. Con il passare del tempo si perde anche la consistenza, e le larve diventano una massa brunastra molle, non filante, dall'odore ammoniacale che a causa della disidratazione, assume la caratteristica di scaglie, che a differenza delle Peste Americana, risultano facilmente asportabili. Esclusa la Nuova Zelanda, la Peste Europea è stata rinvenuta in tutti i continenti ed in alcuni stati come il Regno Unito, Norvegia e Svizzera è addirittura tra le patologie più diffuse.

Benché in alcuni paesi extraeuropei sia consentito il ricorso ad antibiotici (ossitetraciclina, tilosina, lincomicina), la loro azione non è né curativa e né risolutiva, ma bloccando la riproduzione dei batteri, determina la scomparsa temporanea dei sintomi. Nel caso della Peste Americana, l'unica forma di controllo del contagio è la soppressione delle colonie infette seguita dalla distruzione delle arnie e la sterilizzazione della strumentazione. Nel caso della Peste Europea invece la tecnica apistica può essere di aiuto nella gestione della malattia e le colonie possono recuperare il proprio stato di salute.

2.4 Patologie virali

I virus delle api furono descritti per la prima volta nel 1913 quando un ricercatore americano attribuì ad un virus l'aspetto a "sacco" mostrato da alcune larve malate; tuttavia l'agente patogeno non fu

identificato fino al 1964. L'avanzamento della ricerca e delle tecniche di laboratorio ha permesso l'identificazione di oltre 20 virus e lo studio delle loro caratteristiche quali trasmissione, patogenicità, virulenza.

I virus sono un pericolo significativo per la salute delle api, nonostante in molti casi siano associate a infezioni asintomatiche. Tuttavia, se associate ad altri fattori, quali pesticidi o infestazione di *Varroa destructor*, possono portare alla perdita di numerosi individui in seguito ad una alterazione del sistema immunitario, causando ingenti perdite economiche per gli apicoltori. Molti dei virus ad oggi identificati, sono stati rilevati non solo in *Apis mellifera* ma anche in altre specie di insetti (formiche, apoidei, vespe), tuttavia ancora non se ne conosce la rilevanza sullo stato di salute.

Tra i virus più diffusi sul territorio italiano ricordiamo: virus delle ali deformi (DWV), virus della paralisi acuta (ABPV), virus della cella reale nera (BQCV), virus della paralisi cronica (CBPV) e virus della covata a sacco (SBV), con DWV, ABPV, BQCV, SBV e CBPV riscontrati in tutte le regioni italiane e DWV e BQCV presenti con una maggiore prevalenza (Apenet). Inoltre, in Italia sono stati riscontrati anche il Kashmir Bee virus (KBV) e il virus israeliano della paralisi acuta (IAPV).

Probabilmente il più conosciuto e più studiato è il DWV, caratterizzato per la comparsa di segni clinici ben evidenti quali: piccole dimensioni delle api, ali deformi, addomi rigonfi e scoloriti; è anche associato ad alterazioni fisiologiche a carico della memoria e della risposta sensoriale e ad alterazioni istologiche a livello delle ghiandole ipofaringee e dei muscoli del volo.

Anche le infezioni da SBV si presentano con segni clinici ben specifici: le larve si presentano come avvolte in un "sacco" e progressivamente vanno incontro a fenomeni di degenerazione e disidratazione che le portano ad assumere coloriti sempre più scuri e consistenza simili a quelle di un sigaro.

Le infezioni da CBPV possono invece essere responsabili, in base alla diversa suscettibilità genetica degli individui, di due diverse manifestazioni cliniche: il "mal della foresta" e il "mal nero". Nel primo caso le api adulte sono incapaci di volare e si ritrovano tremolanti o morte vicino alle arnie; nel secondo caso le api adulte perdendo i peli appaiono scure e lucide, tremolanti e anche in questo caso possono essere ritrovate morte nei pressi dell'arnia di appartenenza.

Per quel che riguarda gli altri virus, non è presente una sintomatologia patognomonica.

E' ormai ben nota la correlazione tra la presenza dell'acaro *Varroa destructor* e la diffusione delle patologie virali, essendo ormai dimostrato il ruolo dell'acaro nell'aumentare la suscettibilità dei soggetti

all'azione dei virus, ma anche nella trasmissione e attivazione dei virus stessi. Di conseguenza, la prevenzione ed il controllo delle patologie virali nel mondo apistico, non può prescindere da una adeguata azione di lotta all'acaro.

2.5 Patologie parassitarie

Varroa destructor, *Acarapis woodi*, *Tropilaelaps* spp. sono i principali parassiti delle api ed i primi tre sono anche inclusi nella lista delle malattie notificabili dell'OIE.

Varroa destructor è stato per lungo tempo ritenuto l'unico responsabile del collasso delle colonie nelle popolazioni di *Apis mellifera*, a causa delle sue abitudini alimentari, azione immunosoppressiva e ruolo di vettore virale. Benché sia ormai accertata la multifattorialità alla base del fenomeno di moria delle api, l'infestazione da *V. destructor* rimane tra le principali avversità dell'alveare.

V. destructor è presente in tutti i continenti a eccezione dell'Australia, dove, grazie all'applicazione di importanti limitazioni sull'importazione di materiale apistico, il parassita non ha infestato gli apiari.

V. destructor è un parassita obbligato, pertanto il suo intero ciclo vitale è legato all'ospite. Il ciclo vitale si sviluppa in due fasi: una fase di diffusione (*dispersal*), in cui gli acari adulti parassitano le api adulte, preferibilmente le api nutrici, e una fase riproduttiva in cui l'acaro si riproduce e cresce nelle cellette opercolate (preferibilmente maschili) a spese delle fasi larvali, per poi fuoriuscire una volta avvenuto lo sfarfallamento.

Gli acari possono spostarsi da una colonia all'altra attraverso il saccheggio e la deriva o in seguito a pratiche apistiche quali lo spostamento dei telaini di covata o di scorte.

Studi e osservazioni sul campo hanno indicato che nelle colonie fortemente infestate da *Varroa*, è possibile riscontrare un quadro patologico piuttosto vasto che può essere indicato come "Parasitic mite syndrome" (sindrome da acari parassiti), caratterizzato dall'emergenza di patologie secondarie trasmesse da *V. destructor*. I meccanismi attraverso i quali *Varroa* agisce sono sostanzialmente 3:

1. trasmissione dei virus e loro attivazione;
2. azione spogliatrice e meccanico-traumatica a carico delle api adulte, larve e pupe, con conseguente sottrazione di proteine, zuccheri e acqua, dove il target è rappresentato dal corpo grasso che riveste un ruolo molto importante nei meccanismi di detossificazione, immunitari e nutrizionali (invernamento) delle api;

3. inibizione del rilascio degli enzimi digestive, che possono funzionare come meccanismi di difesa che limitano la replicazione virale.

Inoltre, gli studi condotti fino ad ora hanno mostrato come attraverso l'alimentazione e il rilascio di saliva *V. destructor* sarebbe in grado di rilasciare proteine immunosoppressive che, attraverso l'indebolimento del sistema immunitario, renderebbero le api più suscettibili all'azione di agenti patogeni secondari, riducendone le aspettative di vita. Ciò è stato dimostrato essere particolarmente vero per le patologie virali.

Tuttavia, l'esito dell'infestazione dipende da numerosi fattori quali il numero assoluto di elementi parassitanti, la presenza e la virulenza dei virus nella popolazione di *Varroa*, la suscettibilità delle api. Onde evitare che una colonia collassi in seguito all'infestazione da *Varroa*, è necessario che vengano messi in atto efficaci interventi per tenere sotto controllo i livelli di infestazione non solo farmacologici (acaricidi di sintesi o naturali), ma anche l'applicazione di pratiche apistiche, quali l'interruzione dell'allevamento della covata o l'utilizzo di un favo trappola (generalmente maschile). La scelta degli interventi da applicare, non può prescindere dalla conoscenza del livello di infestazione e deve tenere in considerazione, quando si tratta di utilizzare molecole chimiche, le linee guida emanate ogni anno dal Ministero della Salute.

Acarapis woodi, e *Tropilaelaps spp.*, si riscontrano meno frequentemente nelle colonie italiane di api, tuttavia, in seguito ai fenomeni mondiali di scambi e commerci, dovrebbero essere considerati come potenziali rischi e patologie emergenti.

Acarapis woodi, anche conosciuto come l'acaro delle trachee, è un endoparassita del sistema respiratorio delle api adulte, generalmente nei rami protoracici delle trachee dove alloggia, si riproduce e si nutre di emolinfa. L'entità della patologia è correlata al numero di parassiti presenti che son in grado di causare lesioni meccaniche, che si manifestano con aree scure di melanizzazione sulle pareti tracheali, ostruzione delle vie respiratorie con conseguenti deficit di ossigenazione dei tessuti, e rimozione di notevoli quantità di emolinfa. I segni clinici associati sono piuttosto generici (tremolii, inabilità al volo, ali a forma di K) e il tasso di mortalità è piuttosto.

Tra le specie di *Tropilaelaps spp.* in grado di parassitare *Apis mellifera*, ritroviamo *Tropilaelaps mercedesae* e *Tropilaelaps clareae*. Questi sono ectoparassiti che parassitano principalmente gli stadi giovanili, determinando mortalità piuttosto elevata della covata.

Le api che sopravvivono si mostrano malformate, con ali e arti deformati o mancanti, tanto da determinare un movimento strisciante e

inabilità al volo. *Tropilaelaps* si distingue da *Varroa* per le dimensioni inferiori e per la forma allungata del corpo, nonché per la maggiore velocità di movimento.

Sia *Acarapis woodi*, che *Tropilaelaps* spp., come *Varroa destructor*, possono agire da vettori in quanto sono capaci di trasmettere patologie secondarie come il virus delle ali deformi (DWV).

2.6 Patologie fungine

Tutti gli stadi evolutivi delle api possono essere colpiti dai miceti, che si possono comportare come patogeni e opportunisti o saprofiti e costituire la normale flora dei prodotti dell'alveare, costituendone elementi caratterizzanti.

Tra i funghi patogeni assumono rilevanza *Ascosphaera apis*, agente patogeno della covata calcificata, *Aspergillus* spp. ed in particolare *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, agenti patogeni della covata pietrificata, e *Nosema* spp.

La Covata Calcificata è la patologia fungina più diffusa negli alveari ed è contraddistinta da sintomatologia ben precisa, che come si evince dal nome, si caratterizza per la presenza di larve di colore bianco, con presenza o meno di macchie scure nella zona ventrale, mummificate, dure e ricoperte da una sorta di lanuggine.

La Covata Pietrificata colpisce principalmente le larve e si manifesta negli stadi iniziali come una sorta di "collare" al capo delle larve. Man mano che la patologia progredisce, le larve si induriscono e passano da una consistenza flaccida tanto da non poter essere sbriciolate e formano una sorta di "ovatta" intorno al corpo, il cui colore è indicativo della specie di *Aspergillus* infettante: colore verde-giallo per *A. flavus*; grigio-verde per *A. fumigatus*, nero per *A. niger*.

In entrambe le patologie, quando il micete infetta l'adulto la sintomatologia è caratterizzata da segnali neurologici e morte.

La manifestazione della sintomatologia, in entrambe le patologie, è legata a fattori ambientali, in particolare la presenza di temperature non molto elevate ma tassi di umidità piuttosto alte e al numero delle spore. Pertanto la miglior cura è senz'altro la prevenzione attuata mediante il controllo dei fattori ambientali quali il tasso di umidità. E' opportuno collocare gli alveari in luoghi con buona esposizione, ventilati e poco umidi e posizionare un fondo grigliato, che consenta una adeguata circolazione dell'aria; inoltre le colonie forti e ben nutrite sembrano meno suscettibili all'azione del fungo.

Nosema spp. è un microsporide diffuso a livello mondiale e che infetta il tratto gastrointestinale, in particolare il mesointestino/ventricolo, delle api adulte. Come tutti i microsporidi, anche *Nosema* spp.

è un parassita unicellulare obbligato altamente specializzato.

La nosemiasi nelle api può essere causata da *N. apis* o dal “più recente” *N. ceranae*, inizialmente, riscontrato in *Apis cerana*. I due agenti patogeni danno vita a due manifestazioni cliniche molto diverse, rispettivamente chiamate “nosemiasi di tipo A” e “nosemiasi di tipo C”. Nella nosemiasi di tipo A, è frequentemente riscontrabile la presenza di feci diarroiche che imbrattano i favi del nido, mentre ciò non avviene nella nosemiasi di tipo C, dove invece le api non mostrano una sintomatologia clinica caratteristica ma evidenti alterazioni istologiche a carico delle cellule epiteliali dell'intestino dovute alla presenza di parassiti e spore e in seguito alle quali si avrebbe la perdita di numerosi individui. L'agente infettivo è la spora che viene ingerita, germina in seguito all'azione degli enzimi intestinali e invade le cellule epiteliali del mesointestino/ventricolo, dove subisce differenti *step* di maturazione fino a riformare le spore che saranno escrete con le feci, per cui la diffusione nella colonia e tra colonie differenti avviene principalmente tramite contaminazioni fecali.

Ad oggi, è ormai riconosciuta l'azione del microsporide nell'alterazione della funzionalità delle ghiandole ipofaringee e nella riduzione della longevità delle api, che porta le api ad una bottinatura precoce. Ciò sarebbe determinato da scompensi metabolici su base proteica, che determinano alterazione delle ghiandole ipofaringee e dell'andamento ormonale vitellogenina-ormone giovanile che quindi spingerebbero le giovani api a passare precocemente dalle attività interne all'alveare alle attività esterne, creando squilibrio nella colonia e che a lungo andare potrebbe determinare il collasso della stessa.

La nosemiasi è ormai considerata come una patologia endemica, in quanto è ormai presente ovunque si ritrovi *Apis mellifera*. Anche per la nosemiasi, non esistono farmaci autorizzati che possano curare la patologia, per cui l'unica arma rimane la prevenzione attraverso l'applicazione delle buone pratiche apistiche.

2.7 Cambiamenti climatici

Il clima ha subito nel corso della storia notevoli cambiamenti oscillando tra fasi glaciali e interglaciali ed alternando periodi estremamente freddi seguiti e/o preceduti da periodi caratterizzati da profili termici molto alti, i cosiddetti “optimum climatici”.

L'attuale tendenza all'incremento termico delle temperature su scala globale ha avuto inizio dal 1850, ritenuto il discriminante fra il precedente periodo climatico e quello successivo che perdura fino ai giorni nostri. Questo quadro è scientificamente ben sostenuto dai Reports IPCC (Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico) che

si sono succeduti nell'ultimo decennio. Il più recente Report IPCC rappresenta un approfondimento dei processi di cambiamento climatico in generale e dei singoli inducenti che lo hanno caratterizzato e lo caratterizzano come fattore sfavorevole nella determinazione e/o co-determinazione di fenomeni epidemiologici generalizzati che riguardano il patrimonio apistico mondiale.

Si è quasi certi che il recente riscaldamento stia fortemente influenzando i sistemi biologici terrestri, inclusi cambiamenti come l'anticipo degli eventi primaverili, come la fioritura, la migrazione degli uccelli e la deposizione delle uova e gli spostamenti verso le alte latitudini delle specie vegetali e animali. Inoltre, l'aumento della temperatura ha mostrato forti effetti anche sulla gestione dell'agricoltura e delle foreste alle alte latitudini dell'emisfero nord, come l'anticipo primaverile della semina delle colture e l'alterazione nei regimi di disturbo delle foreste a causa di incendi e aridità.

Negli ultimi anni sempre più attenzione è stata posta ai cambiamenti climatici anche in quanto fattore in grado di influenzare il ciclo biologico e il benessere di numerosi animali, tra cui gli impollinatori. La varietà e la popolosità di numerose specie, così come le attività stagionali da esse svolte, la distribuzione mondiale dei patogeni, sono state profondamente alterate in seguito ai cambiamenti di temperatura, umidità e stagionalità delle precipitazioni. Tra le cause di questi sconvolgimenti climatici, gli elementi antropici hanno assunto crescente rilevanza a partire dalla rivoluzione industriale. Diversi aspetti sono chiamati in causa e tra questi, si ricorda la crescente importanza delle emissioni di gas-serra (principalmente CO₂ e CH₄), ed è stato ad esempio evidenziato come l'aumento di CO₂ in atmosfera possa essere connesso alla riduzione del contenuto di proteine del polline e ad uno squilibrio nell'alimentazione degli stessi. Gli insetti impollinatori raccolgono per la propria sopravvivenza acqua, nettare e polline e la scarsità o assenza di uno o più di questi elementi può portare ad una diminuzione della popolosità, a una minor longevità degli insetti e una maggior sensibilità nei confronti delle malattie. In particolare, per quel che riguarda le api, condizioni climatiche avverse non consentono una ottimale raccolta di nettare e polline e possono essere causa di carenze e stress nutrizionali con conseguente debilitazione delle colonie. La siccità, soprattutto quella estiva, si rende responsabile di estese morie, in quanto senza fonti idriche le api non riescono a termoregolare adeguatamente le larve e la covata, i fiori producono meno nettare e meno polline, che non sono sufficienti per la creazione di scorte. Inoltre, anche le ondate di gelo fuori periodo, compromettono le fioriture e le poche scorte rimaste potrebbero risultare insufficienti a nutrire la covata appena nata che potrebbe così morire di fame. Se il freddo si protrae, le api per man-

tenere la giusta temperatura nell'alveare andrebbero a consumare più risorse di quelle di cui la colonia riesce ad approvvigionarsi e conservare. La minore durata della stagione invernale, con temperature medie sempre più alte e con picchi di calore anomali, ha alterato il periodo di attività di numerose specie di insetti anticipando la data media dell'inizio del periodo di volo di 6 giorni e diminuendola di 2 giorni, alterando la sincronicità tra attività degli impollinatori e periodo di fioritura e influenzando negativamente anche i servizi di impollinazione connessi. Uno studio di particolare interesse scientifico è stato condotto in 21 Paesi su 542 specie vegetali e 19 specie animali constatando nel 78% dei casi quanto il *global warming* abbia influito, in vari modi, inducendo modificazioni comportamentali nelle specie analizzate. Secondo questo studio, l'aspetto predominante del problema si concentra negli anticipi/posticipi stagionali soprattutto nel passaggio inverno/primavera ed in secondo luogo nel passaggio autunno/inverno. La relazione tra il cambiamento climatico e il rischio di vita per impollinatori è stata analizzata dal Centro Ricerche di Bioclimatologia dell'Università di Milano, in una "Ricerca sulle possibili influenze dei fenomeni climatici e ambientali quali fattori determinanti l'assottigliamento delle popolazioni apistiche mondiali", che ha analizzato le osservazioni meteorologiche dal 1880 e le osservazioni satellitari dal 1978 confermando l'impatto dei cambiamenti climatici sulle popolazioni di api domestiche e selvatiche. I risultati della ricerca coincidono con le conclusioni riportate nel 2011 dalla rivista "Good" ovvero che l'aumento della temperatura del pianeta, avvenuta a partire dal 1880, incide negativamente sulla salute delle api e quindi sul servizio ecosistemico dell'impollinazione. E' stato evidenziato che con temperature di oltre 34,5°C sono stati osservati deficit nei processi di apprendimento e memorizzazione e in condizioni termiche non ottimali le api operaie possono perdere il senso di orientamento ed avere difficoltà nel rientro all'arnia. L'innalzamento delle temperature potrebbe, inoltre, comportare una perdita dell'habitat naturale in quanto le api tenderebbero a migrare verso latitudini più fresche e stabilirvi nuovi alveari. Inoltre, temperature > 35°C e concentrazioni pari all'1,5% di CO₂ all'interno dell'arnia riducono l'aspettativa di vita delle api.

2.8 Stress nutrizionali

I cambiamenti climatici e le attuali e intensive pratiche agricole associate alla scomparsa delle zone selvatiche o semi-selvatiche rischiano di lasciare, non solo, le colonie di api a corto di risorse alimentari

durante i periodi di penuria ma, a causa della mancanza della biodiversità naturale, di alterare la composizione della loro dieta. Questi stress nutrizionali caratterizzati da periodi di fame, variazione del rapporto tra carboidrati e proteine nella dieta o mancanza di alcuni degli aminoacidi essenziali, possono avere conseguenze serie sulla salute delle api e contribuire alla perdita delle colonie. Alcuni studi hanno dimostrato che, nonostante le api possono sopravvivere con una dieta contenente solo carboidrati, l'aggiunta di proteine ne garantisce un aumento della longevità. L'aggiunta di polline nella dieta è fondamentale, anche per il corretto sviluppo dell'organismo, poiché le proteine costituiscono circa il 66-74% della massa corporea di un'ape neo-sfarfallata.

Una dieta contenente una corretta percentuale di proteine permette un corretto sviluppo delle ghiandole ipofaringee e delle ovaie, favorisce la maturazione dei muscoli del volo nelle giovani api neo-sfarfallate.

Una dieta povera di proteine, invece, riduce l'attività metabolica degli emociti ma ne aumenta la concentrazione, probabilmente come meccanismo compensatorio, riduce l'attività della glucosio ossidasi e della massa del corpo grasso in pratica induce una diminuzione della risposta immunitaria individuale e sociale. L'aggiunta di polline nella dieta determina, inoltre, lo sviluppo di api con titoli più bassi per il virus delle ali deformi o DWV (Deformed Wing Virus) rispetto a quelle nutrite con solo zucchero, confermando il ruolo vitale delle proteine nella risposta immunitaria. Il rapporto tra metabolismo e sistema immunitario diventa ancor più complesso quando si considera l'azione dannosa svolta dalla *Varroa*. Nelle api infestate da *Varroa* si osserva una diminuzione nel metabolismo delle proteine, l'inibizione di alcuni geni dell'immunità e l'aumento dei livelli di virus, in particolare del DWV. Api operaie parassitate durante lo sviluppo, presentano livelli inferiori di proteine che non aumentano con l'alimentazione, anche quando l'ape dispone di quantità sufficienti di polline. Analogamente pupe infestate da *Varroa* presenteranno un peso minore rispetto a quelle non infestate, così come un contenuto di proteine corporee significativamente più basso ed elevati livelli di aminoacidi liberi, suggerendo, quindi, che la sintesi proteica e la crescita, vengono inibite, anche se il probabile ruolo di infezioni virali associate non può essere assolutamente escluso e appare predominante, almeno in termini di compromissione della risposta immunitaria. Recenti studi di nutrigenomica hanno inoltre evidenziato gli effetti che particolari fonti di carboidrati e proteine possono avere sul profilo trascrizionale di api adulte. Molecole presenti nel miele, ma non in altre fonti alimentari, regolano positivamente alcuni pathway di disintossicazione dell'intestino e l'espressione di geni associati

al metabolismo delle proteine e alle reazioni di ossido-riduzione. Il polline, inoltre, influenza l'espressione di geni che condizionano la longevità, la funzione immunitaria, la produzione di alcuni AMP e i processi di disintossicazione da pesticidi.

Capitolo III

Api sentinelle di inquinamento ambientale

API SENTINELLE DI INQUINAMENTO AMBIENTALE

Un indicatore biologico è, per definizione, un organismo che reagisce in maniera osservabile, macroscopica o microscopica, visuale o strumentale, alle modificazioni della sua nicchia ecologica.

La definizione di indicatore biologico, o bioindicatore, è riferita alle strutture biologiche in grado di indicare, attraverso correlazioni di causa-effetto tra risposte del bioindicatore e variazioni ambientali, un'alterazione della situazione ambientale, riconducibile a una probabile attività antropica, soprattutto di tipo negativo.

Nel 1997 Stahl ha introdotto il concetto di animale sentinella e successivamente nel 1999 Van der Schalie in un Workshop sponso-

rizzato dall'Environmental Protection Agency (EPA), ha definito il concetto di animale sentinella e individuato quali animali potessero essere considerati tali: "mammalian and non mammalian species, companion animals, food animals, fish, amphibians and other wildlife" (mammiferi e

In quanto esposti ai contaminanti presenti nell'aria, nel suolo, nell'acqua o nei sedimenti e condividendo con l'uomo lo stesso contesto territoriale, molti animali possono diventare per quest'ultimo un campanello d'allarme nel rilevare il rischio di contaminazione ambientale per la salute umana

non, animali da compagnia, animali da reddito, pesci anfibi e altra fauna selvatica). Si comprese pertanto l'importanza dell'utilizzo degli animali come sentinella: in quanto esposti ai contaminanti presenti nell'aria, nel suolo, nell'acqua o nei sedimenti e condividendo con l'uomo lo stesso contesto territoriale, molti animali possono diventare per quest'ultimo un campanello d'allarme nel rilevare il rischio di contaminazione ambientale per la salute umana. La maggior parte

degli studi sono stati effettuati sugli animali domestici e su popolazioni animali nel loro ambiente naturale (mitili, anfibi, pesci, uccelli). Esempio storico è l'uso di canarini nelle miniere di carbone per rilevare la presenza di concentrazioni letali di monossido di carbonio o i disturbi neurologici evidenziati nei gatti in seguito al consumo di pesce contaminato da mercurio in Giappone. Più recentemente, nuovi studi hanno consentito di evidenziare alterazioni dell'apparato riproduttivo in pesci e uccelli causate da contaminanti chimici che agiscono sul sistema endocrino e di verificare la validità dell'utilizzo delle api nello studio del rischio, sia ecologico sia sanitario. I bioindicatori si dividono in tre categorie:

1. Specie indicatrici
2. Indicatori veri
3. Accumulatori e/o collettori

Le specie indicatrici sono organismi, vegetali o animali, la cui presenza o assenza in un ambiente può essere associata in modo specifico a un determinato tipo di inquinamento dell'ambiente stesso.

Le "specie indicatrici" reagiscono con variazioni nell'entità delle popolazioni a un determinato tipo di inquinamento.

Gli indicatori veri sono organismi che manifestano modificazioni morfologiche e/o strutturali in seguito alla presenza di un determinato inquinante. Gli "indicatori veri", in seguito al contatto con l'agente inquinante, subiscono modificazioni morfologiche e strutturali e, quelli migliori, rispondono in modo proporzionale alla dose incontrata. Gli accumulatori e/o collettori sono organismi accumulatori di particolari inquinanti. Gli "accumulatori e/o collettori" si rivelano estremamente utili nei casi in cui le sostanze inquinanti sono presenti in dosi molto basse, poiché le concentrano nei loro tessuti, senza subire conseguenze letali, rendendole disponibili per l'analisi chimica.

L'ape, come singolo individuo, essendo pressoché ubiquitaria, può teoricamente essere considerata una specie indicatrice (1a categoria). La sua assenza in un biotopo, denuncia l'esistenza di condizioni sfavorevoli conseguenti alla presenza di contaminanti ad alto rischio tossicologico per l'ape o all'assenza di fonti di cibo (colture monospecifiche intensive di vegetali ad impollinazione non entomofila con diserbo esasperato). La famiglia, entità standard minima per indagini di monitoraggio, mostrando attraverso la mortalità delle bottinatrici un danno proporzionale alla contaminazione, può essere considerata un indicatore vero (2a categoria). Tuttavia l'alveare è per eccellenza un collettore e un accumulatore, quindi riferibile alla 3a categoria. I materiali raccolti e portati in arnia possono veicolare selettivamente sostanze presenti nell'ambiente, che si possono poi

ricercare: nel miele, nella cera, nel polline, nella propoli (api come collettori) e nel corpo delle larve o degli adulti (api come accumulatori).

Nuovi studi hanno consentito di evidenziare alterazioni dell'apparato riproduttivo in pesci e uccelli causate da contaminanti chimici che agiscono sul sistema endocrino (interferenti endocrini) e di verificare la validità dell'utilizzo delle api nello studio del rischio, sia ecologico sia sanitario.

Le api sono degli eccellenti indicatori biologici perché segnalano la presenza dei contaminanti ambientali nell'ambiente in cui vivono.

Per le sue caratteristiche etologiche e morfologiche le api sono ottimi animali sentinella in quanto: sono facili da allevare, sono quasi ubiquitarie, una singola bottinatrice visita circa migliaia di fiori al giorno, ogni colonia trasporta sino a mezzo litro di acqua al giorno all'interno dell'alveare, non hanno grandi esigenze alimentari, hanno il corpo ricoperto di peli e quindi intercettano tutte le sostanze con cui entrano in contatto, sono altamente sensibili alla maggior parte dei prodotti antiparassitari, l'alto tasso di riproduzione e la vita media relativamente breve (45 giorni le api operaie, 50 giorni il fuco, massimo 4-5 anni l'ape regina), induce una veloce e continua rigenerazione nell'alveare, hanno un'alta mobilità ed un ampio raggio di volo (circa 5 km) che permettono di controllare una vasta zona, una colonia di api effettua circa 10 milioni di prelievi al giorno, perlustrano tutti i settori ambientali (terreno, vegetazione, acqua e aria), hanno la capacità di riportare in alveare materiali esterni di varia natura e li immagazzinano secondo criteri controllabili, hanno costi di gestione contenuti. Oltre al nettare e al polline, l'ape raccoglie anche melata degli afidi su varie essenze botaniche, sugge l'acqua di fossi e pozzanghere, si posa sul terreno e sulle foglie e, avendo un corpo peloso, intercetta e veicola le particelle in sospensione atmosferica durante il volo in primis fitofarmaci, ma anche altri contaminanti ambientali tossici, che vengono importati nell'alveare. Per tali motivi e per la complessità delle interazioni esistenti nel superorganismo ape, l'esposizione ai contaminanti ambientali le rende, rispetto agli altri insetti non sociali, più vulnerabili all'azione di altri fattori di rischio quali: cambiamenti climatici, agenti patogeni, errate pratiche apistiche ecc... mettendone quindi in pericolo la sopravvivenza e provocandone il declino. Il primo caso di avvelenamento delle api fu segnalato in Italia nel 1906, in coincidenza dell'intesa campagna contro la mosca delle olive (*Dacus oleae*) per mezzo di esche avvelenate a base di arseniati. Poiché il problema fu sottovalutato, sul periodico agricolo più importante a quei tempi, "Il coltivatore. Giornale di agricoltura pratica" edito da Ottavi, si scatenò una dura polemica e l'olivicoltore James Auget scrisse: "[...] pensiamo

alle nostre api ed a tanti altri utili insetti la cui distruzione sarebbe un disastro per l'agricoltura! Illustri sperimentatori ponete in vicinanza de-gli oliveti che trattate delle semplici arnie d'api: studiate gli effetti della vostra miscela sulle medesime e se la riconoscete innocua allora sta bene ma se fosse micidiale fermatevi: se no farete come l'orso della favola il quale per liberare un dormiente dalla mosca che lo infastidiva gli schiacciò la testa". Fu così che iniziò l'utilizzo dell'ape come animale sentinella dell'inquinamento ambientale.

Diversi sono i progetti, sia a carattere nazionale che internazionale, nati allo scopo di monitorare lo stato di salute degli alveari e rapportarlo alla eventuale presenza di contaminanti ambientali. A livello nazionale sembra doveroso ricordare "Apenet: monitoraggio e ricerca in apicoltura", finanziato nel marzo 2009 dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAF), con l'obiettivo di studiare il fenomeno dello spopolamento e moria delle api (verificatosi nel 2008), attraverso la messa a punto di una rete di monitoraggio, in tutto il territorio nazionale. La rete mira a raccogliere informazioni sullo stato di salute delle colonie di api attraverso moduli di rilevamento dislocati in diverse regioni italiane. Dai risultati, consultabili sul sito della Rete Rurale alla pagina www.reterurale.it/apenet, emerge: - la presenza di *N. Ceranae*, piuttosto che *N. apis*, nell'80% dei campioni analizzati -la presenza endemica del virus delle ali deformi (DWV), del virus della paralisi cronica (CBPV) e del virus della paralisi acuta (ABPV) negli apiari campionati ma con minore incidenza nel nord Italia che nel sud e nelle isole; il miglioramento della situazione di mortalità negli anni di sospensione dei prodotti, in primis dei neonicotinoidi, usati per la concia del mais. Il progetto BeeNet, basato su azioni di monitoraggio e somministrazioni di questionari, è stato elaborato sulla base della esperienza dei soggetti proponenti, ma anche prendendo in considerazione iniziative simili intraprese da altre istituzioni europee, tra cui l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation de l'Environnement et du Travail (ANSES), alla quale è stato recentemente attribuito il Centro di referenza comunitario per la salute delle api. A livello internazionale ricordiamo il progetto COLOSS - Prevention of COlony LOSSes il cui obiettivo, delineato nel Marzo del 2007 durante l'incontro internazionale tenutosi a Wageningen in Olanda, è stato indagare sui diversi fattori di rischio responsabili della comparsa del fenomeno di spopolamento e moria delle api. Il progetto prevede il coordinamento del lavoro tra ricercatori dei 49 paesi membri, tra cui l'Italia, per ottimizzare le risorse e lo scambio di risultati ottenuti a livello locale. Oltre che a livello internazionale e nazionale il monitoraggio è stato e viene tutt'ora effettuato anche a livello regionale con la costituzione di tavoli tecnici e/o piccoli progetti (ad esempio il progetto di mo-

monitoraggio dello stato di salute degli apiari campani dell'INFEA (IN-Formazione Educazione Ambientale) e locale, non solo nelle aree agricole, ma anche in quelle naturali protette (ad esempio il progetto Ape-bioma), industriali (il progetto Ducati) e urbane (Api e orti urbani). A questi si aggiungono i progetti innovativi di alta tecnologia (3Bee, NOMADI APP., SMARTBEE) che consistono in un sistema di monitoraggio dell'alveare da remoto che permette la rilevazione di molteplici fattori biologici fra cui temperatura, umidità e intensità sonora interne all'arnia che danno un'idea generale dello stato di salute in cui si trova l'alveare e dell'ambiente circostante.

1. Stato di salute degli alveari nella Regione Campania - autunno - inverno 2020 - primavera 2021

Al fine di contribuire allo studio del complesso fenomeno di spopolamento e mortalità improvvisa delle famiglie di api in tutto il mondo, nel 2020 la Regione Campania, grazie al Sistema Nazionale INFEA (INFormazione Educazione Ambientale), ha intrapreso un'azione di monitoraggio in diverse aree (urbane, suburbane, collinare e montana) di tutto il territorio (le 5 province) cercando di individuare le cause/fattori di rischio responsabili o corresponsabili di tale evento. Per iniziare lo studio è stato scelto il periodo dell'invernamento in quanto numerosi studi lo considerano uno dei momenti cruciali per la riduzione del numero di individui e lo spopolamento delle colonie. Sono stati scelti solo apiari regolarmente iscritti in Banca Dati Nazionale Apistica e che avevano effettuato, nel corso dell'anno precedente e nell'anno corrente, trattamenti anti-varroa così come previsto da normativa e unicamente con prodotti ufficialmente autorizzati. Una volta valutate le condizioni di salute iniziali degli apiari scelti si è passati al campionamento delle api (30 api/apiario) e alla valutazione del livello di infestazione Varroa, della assenza/presenza di spore di *Nosema* spp. e di virus. Per correggere o confermare la valutazione dell'indice di infestazione Varroa effettuata dagli apicoltori in campo, le api campionate sono state analizzate e la presenza di Varroa è stata quantificata utilizzando il seguente schema:

- Varroa ≤ 1 : bassa infestazione
- $1 >$ Varroa: media infestazione
- ≥ 3 Varroa: alta infestazione.

Per la ricerca delle spore di *Nosema* spp. è stata utilizzata la tecnica del Mini-FLOTAC che permette di effettuare una valutazione quali-quantitativa e il livello di infestazione è stato calcolato secondo quanto riportato da Gross e Ruttner.

La ricerca di virus e in particolare di quelli comunemente presenti sul territorio italiano: Virus della paralisi acuta (ABPV), Virus della paralisi cronica (CBPV), Virus delle ali deformi (DWV), Virus della covata a sacco (SBV), Virus del Kashmir (KBV), Virus della paralisi acuta di Israele (IAPV), Virus della cella reale nera (BQCV) è stata effettuata mediante tecniche biomolecolari. Nonostante la situazione emergenziale dovuta al Covid-19 (nel periodo in cui è iniziato il progetto la Regione Campania è stata dichiarata zona rossa) e il tempo inclemente (pioggia, vento forte e abbassamento improvviso della temperatura verificatesi nello stesso periodo), tutti i campionamenti previsti sono stati effettuati e a questi sono stati aggiunti anche quelli del post-invernamento cioè al momento di ripresa delle attività della famiglia (aprile-maggio). Nessuno degli apiari campionati ha registrato perdite dal periodo pre-invernamento a quello post-invernamento. La maggior parte degli apiari campionati confermavano un basso livello di infestazione da varroa sia nel pre- che nel post-invernamento. Il 92% degli apiari campionati nel periodo del pre-invernamento mostravano la presenza di almeno un virus, generalmente il DWV (84%), mentre solo l'8% risultavano privi di infezioni virali. Altri virus riscontrati nei campioni analizzati erano il BQCV (40%), SBV (12%), ABPV (12%), IAPV (4%). Il 65% degli apiari campionati nel periodo post-invernamento mostravano la presenza di almeno un virus, generalmente il BQCV (11/23) (48%), mentre il 35% risultavano privi di infezioni virali. Altri virus riscontrati nei campioni analizzati erano il ABPV (22%), DWV (17%), mentre scompaiono IAPV e SBV. Solo il 36% degli apiari campionati nel pre-invernamento risultavano positivi alla ricerca delle spore di *Nosema* spp. Tale % scendeva al 13% nel periodo post-invernamento. Dai risultati ottenuti si può concludere che nonostante i bassi livelli di infestazione evidenziati dal nostro studio, la presenza di *Varroa* negli alveari rimane ad oggi una delle principali problematiche che affliggono gli apiari; La presenza di DWV nella maggior parte (84%), dei campioni da noi esaminati durante il periodo di pre-invernamento, sebbene il virus diminuisce notevolmente la sua prevalenza nel periodo post-invernamento (17%), testimonia l'elevata prevalenza di questo negli apiari della Regione Campania. Le cause della variazione sono al momento sconosciute, ma potrebbero essere conseguenti al controllo efficace della infestazione di *Varroa* che consentirebbe di diminuire anche la prevalenza delle patologie virali. Un'elevata prevalenza è stata registrata anche per il BQCV (40%) sia nel perio-

do pre-invernamento che nel post-invernamento dove, anzi, appare assumere una prevalenza leggermente superiore (48%).

Sebbene la presenza di spore di *Nosema* spp. nelle colonie sia principalmente descritta nei periodi primaverili ed estivi, il 36% degli apiari analizzati erano risultati positivi, sottolineando come questa patologia sia in realtà presente anche nel periodo tardo autunno (pre-invernamento).

La ricerca di spore di *Nosema* spp., nei campioni prelevati nel periodo post-invernamento, ha evidenziato una riduzione della prevalenza (13%) di questo agente negli apiari campionati, contrariamente a quello che ci si sarebbe aspettati dai dati presenti in letteratura.

I risultati ottenuti confermano quanto da noi riportato in un precedente studio, che l'assenza di evidenti segni clinici, può in realtà celare la presenza negli alveari di patologie silenziose pronte ad esplodere sotto l'effetto di eventi stressogeni secondari, che potrebbero indurre al ben noto fenomeno di spopolamento e mortalità improvvisa invernale e post-invernale e confermano l'importanza di una diagnosi precoce e dell'applicazione delle buone pratiche nel controllo delle patologie apistiche. I risultati ottenuti sottolineano dunque la necessità dell'apicoltore di conoscere l'effettivo stato di salute dell'apiario nel pre-invernamento, l'importanza di monitorarlo costantemente e in maniera sistematica durante tutto il periodo dell'invernamento in modo da prevenire i casi di spopolamento e di morte improvvisa.

2. Monitoraggio in Campania (MONAPI). Il programma della IV area del Cervene “Emergenza api e insetti impollinatori” - Annualità 2021

Il programma nasce dalla consapevolezza dell'importanza economica e del ruolo fondamentale che gli impollinatori svolgono per la resilienza degli ecosistemi contro lo stress di varia natura e per l'adattamento dei sistemi di produzione alimentare umana ai cambiamenti globali. Le api, in quanto impollinatori, garantiscono quella biodiversità animale e vegetale che è fondamento del mantenimento degli equilibri ecosistemici, necessari per la sopravvivenza delle specie viventi e per garantire la salute e il benessere della specie umana. Tuttavia, negli ultimi anni è notevolmente aumentato il declino non solo della quantità, ma anche della diversità e dello stato di salute degli impollinatori, selvatici e domestici e molti di questi sono a rischio di estinzione. Tra le cause principali si annoverano: distru-

zione, degrado e frammentazione degli habitat; effetti dell'agricoltura intensiva e mono-specifica, comprese le pratiche agronomiche invasive connesse (utilizzo di pesticidi e diserbanti), pratiche di arredi urbani ed ornamentali limitanti (specie non nettariifere,), pratiche apistiche errate o approssimative, ingresso e diffusione di specie aliene invasive, sviluppo di patologie; variazioni climatiche. Queste cause che spesso agiscono in sinergia tra loro, sembra compromettano il sistema immunitario del superorganismo ape provocandone elevata mortalità e il completo declino. L'area emergenza api, con il programma MONAPI si prefigge di creare una rete finalizzata al monitoraggio degli apiari della regione Campania che consenta di valutare lo stato di salute degli alveari, di venire a conoscenza in tempo reale dei fenomeni di spopolamento e mortalità improvvisa, di individuare le cause e definire gli interventi da realizzare al fine di garantire il ritorno allo stato di salute e di benessere dell'alveare, di migliorare le produzioni dal punto di vista quali-quantitativo a difesa della biodiversità, dell'ambiente e della sicurezza alimentare. Per il raggiungimento degli obiettivi sono necessari (per la stagionalità dell'allevamento delle api) 2 anni e per tale motivo il progetto prevede la divisione in 2 fasi: MONAPI 1 e 2 (entrambi della durata di 12 mesi). Il Programma MONAPI 1 (della durata di 12 mesi) rappresenta il primo step di un percorso che il CeRVeNE propone alla Regione Campania al fine di creare una rete permanente finalizzata al monitoraggio dello stato di salute degli apiari presenti sul territorio, associata alla messa a punto di un sistema di segnalazioni dei fenomeni di spopolamento e mortalità improvvisa in accordo con gli apicoltori. La rete di monitoraggio, gestita dal DMVPA in collaborazione con l'IZSM, CNR, ASL inizierà ad operare a partire da marzo 2022 fino all'invernamento delle famiglie di api e sarà preceduta da una fase preliminare incentrata all'elaborazione e alla stesura di un protocollo unico e ufficiale regionale in grado di fornire agli operatori del settore le metodologie per fronteggiare le segnalazioni dei fenomeni di spopolamento e mortalità improvvisa. Seguirà una fase organizzativa di acquisto delle attrezzature necessarie, individuazione dei siti di monitoraggio (zone industriali, aree urbane e zone agricole) e installazione degli alveari sentinella. Gli alveari sentinella possono anche essere messi a disposizione dagli apicoltori che possono assumersi la responsabilità di seguirli o possono farli seguire dal personale del DMVPA. Sono previste visite e sopralluoghi periodici (almeno 4), durante i quali si raccolgono i dati e i campioni per le analisi. Il sistema di segnalazioni è affidato all'iniziativa degli apicoltori, invitati a segnalare il fenomeno di moria/spopolamento, agli enti di ricerca preposti o al DMVPA, che possono intervenire per una visita/sopralluogo. Nei casi sospetti di malattie soggetta a de-

nuncia o di avvelenamento da agrofarmaci (in cui l'apicoltore voglia chiedere il risarcimento danni per vie legali,) è necessario l'intervento del veterinario dell'ASL di competenza referente per l'apicoltura che dovrà procedere con la raccolta dei campioni ufficiali secondo il protocollo unico ufficiale regionale redatto precedentemente. Al termine della prima fase (12 mesi) verrà attivata la Fase 2. La fase 2 o MONAPI 2 che è parte integrante del programma e che seguirà la Fase 1 (elaborazione e stesura protocollo unico regionale, monitoraggio e segnalazioni) si dedicherà allo sviluppo di sistemi innovativi di prevenzione e lotta ai fenomeni di spopolamento e di mortalità improvvisa parallelamente alla messa a punto di metodi diagnostici innovativi e precoci. Nella maggior parte delle malattie dell'alveare la diagnosi precoce è fondamentale per la loro cura e prevenzione. Le due fasi, MONAPI 1 e 2, sono indispensabili per l'elaborazione e stesura di report ufficiali che siano in grado di offrire un quadro aggiornato dello stato di salute delle api e del territorio e di protocolli unici regionali in grado di fornire agli operatori del settore le metodologie per fronteggiare, gestire e prevenire i fenomeni degli spopolamenti e mortalità improvvisa delle api al fine di garantire il ritorno allo stato di salute e di benessere dell'alveare e il ripristino della salubrità dell'ambiente, a difesa dell'attività apistica stessa e quindi dell'agricoltura, della biodiversità, dell'ambiente e della sicurezza alimentare. I dati ottenuti dalle due azioni (monitoraggio e segnalazioni) potranno essere utilizzati sia per ottenere risposte immediate circa i fenomeni di spopolamento e di mortalità improvvisa, sia come elementi per individuare e studiare i fattori di rischio coinvolti in questi fenomeni nonché per conoscere lo stato di salute del territorio.

3. Monitoraggio e api – impatto ambientale del Termovalorizzatore di Acerra nei territori limitrofi e di competenza dell'ASL NA2 NORD

È ormai accertata l'esistenza di una stretta relazione tra la salute dell'uomo e la qualità dell'ambiente in cui vive. Già Ippocrate, considerato il padre della medicina occidentale, nello scritto "Aria, acqua, luoghi" affermava che l'ambiente gioca un ruolo importante nella determinazione della condizione di salute o di malattia. Negli ultimi anni è molto aumentata la sensibilità verso le tematiche ambientali, dall'inquinamento dell'aria all'emergenza rifiuti e al riscaldamento globale, come riportato dal Rapporto Istat "Popolazione

e ambiente: comportamenti, valutazioni ed opinioni”. Ne consegue che il cittadino richiede garanzie sempre maggiori sia in merito alla tutela dell'ambiente che alla sicurezza alimentare. Nei territori campani forte risonanza e fonte di grande preoccupazione ha avuto il fenomeno della “Terra dei fuochi”, cioè quel fenomeno legato alla presenza di discariche abusive, all'abbandono di rifiuti urbani e speciali, all'interramento illegale e alla combustione di rifiuti tossici e pericolosi per l'ambiente, per la salute umana ed animale in quella parte del territorio comprendente 90 comuni, di cui 56 nella provincia di Napoli e 34 nella provincia di Caserta, con circa 3.000.000 di persone esposte.

Nel 2010 nell'area industriale dei comuni di Acerra e di Caivano iniziavano le attività l'impianto di Termovalorizzazione e lo Stabilimento di Tritovagliatura ed Imballaggio Rifiuti (STIR), entrambi di proprietà della Regione Campania e gestiti dalla società A2A Ambiente S.p.A. La presenza di questi impianti ha creato una notevole preoccupazione nella popolazione che li ha percepiti come fonte di inquinamento ambientale e quindi potenzialmente pericolosi per la salute umana. Vari enti hanno condotto studi specifici sull'impatto ambientale del Termovalorizzatore di Acerra. Uno studio del CNR sulla qualità dell'aria ad Acerra ed in Campania ha evidenziato che in tali aree l'influenza del termovalorizzatore, inquadrato nel più ampio contesto delle emissioni che insistono sul territorio, risulta trascurabile. Infatti nelle conclusioni lo studio metteva in evidenza che i risultati fossero “ampiamente inferiori ai limiti di legge o alle soglie di attenzione fissate dalla normativa vigente per la tutela della qualità dell'aria”.

Negli ultimi anni la comunità scientifica ha intrapreso numerosi studi e ricerche per la valutazione del rischio da contaminanti ambientali sugli organismi animali e vegetali utilizzando degli indicatori biologici, come ad esempio protozoi, nematodi, delfini e pesci al vertice della rete trofica, come indicatori ambientali: in quest'ottica le api hanno assunto un ruolo del tutto insolito rispetto a quella che è la loro vocazione naturale (produzione di miele e impollinazione), e per le loro caratteristiche morfologiche ed etologiche e per il ruolo ecologico svolto, sono spesso impiegate come indicatori biologici per eccellenza.

Il progetto del Dipartimento di Prevenzione della ASL Napoli2 Nord “Monitoraggio e api – impatto ambientale del Termovalorizzatore di Acerra nei territori limitrofi e di competenza dell'ASL”, sviluppato nell'ambito del Piano Regionale della Prevenzione anno 2014/2018, affianca ed implementa la normale attività di monitoraggio sulle emissioni del termovalorizzatore. Tale progetto si propone l'obiettivo di valutare l'effettivo impatto delle emissioni sul bioindicatore APE e dunque, indirettamente, sulla popolazione e su tutti gli organismi,

attraverso la valutazione dei contaminanti ambientali sulle api e sui prodotti dell'apiario, anche per fornire all'opinione pubblica un corretta visione della condizione ambientale dell'area oggetto del monitoraggio.

Le indagini del progetto, sono state condotte nell'ambito di una convenzione stipulata tra l'azienda ASL Napoli2 Nord, la società A2A Ambiente S.p.A. e l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana. Il piano di campionamento e localizzazione dei punti di prelievo, nonché i parametri da monitorare e relative metodiche di prelievo sono stati messi a punto e condivisi con il Dott. Francesco Della Sala, Responsabile HSE Area Campania di A2A Ambiente S.p.A.

Tutti i campionamenti sono stati effettuati dal personale qualificato dell'ASL Napoli2 Nord e inviati all'Istituto Zooprofilattico del Lazio e della Toscana per le successive determinazioni analitiche.

Il sito del termovalorizzatore ricade nel comune di Acerra (NA) e l'area dell'impianto si estende su una superficie di circa nove ettari. Il lotto è situato in "Contrada Pagliarone", nella periferia Nord del comune di Acerra (NA), individuato su mappa catastale al foglio 13 particella 903. È inserito in un contesto territoriale di tipo extraurbano, in prossimità della zona industriale denominata "Acerra Montefibre" e di aree a vocazione agricola con alcuni isolati su cui insistono fabbricati a destinazione d'uso residenziale.

Il Termovalorizzatore di Acerra (NA) è un impianto di trattamento dei rifiuti non pericolosi per la valorizzazione dell'energia in essi contenuta. Lo studio, condotto in collaborazione con la struttura "HSE Impianti Campania" di A2A Ambiente S.p.A, ha previsto campionamenti mensili di miele, cera e miele in favo, polline e api nel periodo compreso tra giugno e settembre (dopo e prima dell'invernamento) per il biennio 2019/2020.

I campioni correttamente identificati, sigillati, conservati e spediti, sono stati consegnati al laboratorio di analisi non oltre le 24 ore dal prelievo.

I campioni di miele, sono stati ottenuti dalla smielatura effettuata presso un laboratorio autorizzato, congelati ed inviati all'I.Z.S. Lazio e Toscana per le determinazioni richieste.

Oltre alla ricerca di contaminanti ambientali sono stati esaminati anche i parametri di commestibilità e qualità alimentare, il tenore in acqua secondo quanto previsto dal D.Lgs. n. 179/2004 - Attuazione della direttiva 2001/110/CE concernente la produzione e la commercializzazione del miele, e l'esame melissopalino-logico.

Per questo progetto, dopo avere effettuato l'estrazione del polline dal miele si è proceduti all'esame microscopico del preparato e all'identificazione, con l'aiuto dei preparati di riferimento, degli elementi

presenti. Sono stati contati e classificati separatamente:

- i pollini di piante nettarifere;
- gli elementi indicatori di melata, rappresentati da ife o spore dei funghi che si sviluppano sulle melate, alghe, secrezioni cerosse provenienti da alcuni insetti produttori di melata; questi sono stati annotati singolarmente, contando come unità anche i corpi unicellulari (ife, complessi di spore, ecc.); si è proceduti infine all'analisi sensoriale del miele.

Sulle varie matrici campionate sono stati ricercati i PCDD/PCDF/PCB-DL, alcuni metalli pesanti, i pesticidi organoclorurati, gli organofosforati e carbammati e alcuni neonicotinoidi.

Per le note caratteristiche di lipofilia e di accumulo, queste sostanze sono state ricercate nei campioni di cera, e sebbene non siano stati definiti i valori di questi composti nella cera, in tutti i nostri campioni prelevati nel biennio 2019/2020 i valori di WHO-PCB-TEQ (upper), WHO-PCDD/F-TEQ (upper), WHO-PCDD/F/PCB-TEQ (upper) sono sempre stati inferiori a quanto indicato nei regolamenti comunitari per le altre matrici alimentari. L'andamento delle concentrazioni di questi composti nella cera, evidenzia un progressivo accumulo degli stessi nel corso del trimestre, tranne che per le diossine, come era logico aspettarsi viste le caratteristiche chimico fisiche della cera.

Anche nel corso del 2020 il comportamento di questi composti nella cera ha rispecchiato tendenzialmente il medesimo andamento dell'anno 2019, confermando ancora concentrazioni di molto inferiori a quanto indicato dalla normativa per le altre matrici, così come già evidenziato per l'anno 2019. Sono stati sottoposti alla ricerca di PCDD/PCDF/PCB-DL anche un campione di miele prelevato dall'apiario oggetto di monitoraggio nel 2019 e due campioni di miele nel 2020. Analizzando questi composti nel dettaglio, nel campione di miele dell'anno 2019 il PCB 28 è quello presente a concentrazione maggiore, pari a 3 pg/g rappresentando il 33,48 % dei PCB totali, mentre per le diossine il congenere rinvenuto a maggiore concentrazione è l'ottaclorodibenzo-p-diossina (OCDD) con concentrazioni di 0,061 pg/g e una percentuale del 76,25 sul totale delle diossine.

Anche nel campione di miele prelevato a luglio 2020, il PCB 28 è quello presente a concentrazione maggiore, pari a 8,5 pg/g, con una percentuale del 23,84. Per le diossine il congenere rinvenuto a maggiore concentrazione è stato l'ottaclorodibenzo-p-diossina (OCDD) con concentrazioni di 0,114 pg/g e una percentuale sul totale del 67,29. Nel campione di miele prelevato a settembre 2020, si osserva una minima diminuzione della somma dei PCB e un lieve aumento della somma delle diossine, ma trattandosi di variazioni dell'ordi-

ne di pochi picogrammi non sono da considerarsi statisticamente significative. Anche in questo campione di miele si riconfermano il PCB 28 e la OCDD i composti presenti in maggiore concentrazioni (rispettivamente 7,6 pg/g e 0,452 pg/g con percentuali sul totale rispettivamente del 23,75 e 79,06. Il regolamento (EU) n. 1259/2011, che modifica il regolamento (CE) n. 1881/2006, fissa i livelli massimi di PCDD/PCDFs in alcuni prodotti alimentari di origine animale ma non nel miele e nei prodotti dell'apicoltura. Le concentrazioni da noi rinvenute sono minime ed inferiori a quanto stabilito dalla normativa, tuttavia è auspicabile che quanto prima si definiscano anche in queste matrici i livelli massimi di questi contaminanti in modo da meglio valutare globalmente il rischio per l'esposizione umana, soprattutto alla luce di studi recenti che hanno dimostrato che anche nel miele e nei prodotti dell'apicoltura possono rinvenirsi concentrazioni elevate di tali sostanze. Nel biennio 2019-2020 sono stati ricercati nella cera, nelle api e nel miele alcuni metalli la cui presenza nell'ambiente deriva da attività umane agricole e industriali, questi sono il cadmio, il cromo, il nichel ed il piombo. Per quel che riguarda cadmio, cromo e nichel, in tutti i campioni di cera prelevati nel 2019, i valori rinvenuti erano inferiori al limite di rilevabilità, solo per il piombo i valori risultavano compresi tra 0,02 e 0,046 mg/kg. Nel 2020 le concentrazioni di metalli rinvenute nella cera confermavano i livelli del 2019, infatti per il piombo si sono rinvenute concentrazioni comprese tra 0,016 e 0,217 pg/g. Si è evidenziata, inoltre, la presenza di nichel (0,03 pg/g) e cromo (0,053 pg/g) che potrebbero suggerire la presenza di industrie per la cromatura nel raggio di bottinatura delle api. Solo per il piombo sono previsti per legge dei valori massimi, e quelli rinvenuti nella cera sono ben al di sotto di quanto stabilito dal "Regolamento (UE) 2015/1005 del 25 giugno 2015 che modifica il regolamento (CE) n. 1881/2006 per quanto concerne i tenori massimi di piombo in taluni prodotti alimentari" che fissa per il piombo valori massimi di 0,10 mg/kg nel miele. La cera non rappresenta un alimento ma è comunque interessante osservare che la concentrazione in essa riscontrata è ben al di sotto di quanto previsto dalla norma. Resta intesa la possibile esposizione umana, anche se non ad uso alimentare, in quanto la cera è impiegata nell'industria cosmetica e farmaceutica. Nelle api prelevate sono state rinvenute le seguenti concentrazioni dei metalli ricercati: cadmio 0,019 mg/kg, cromo 0,081 mg/kg, nichel 0,027 mg/kg e piombo 0,199 mg/kg. Nel miele, campionato nello stesso mese delle api (luglio 2020) invece il cromo, il nichel ed il piombo erano inferiori al limite di quantificazione, solo per il cadmio è stata rinvenuta una concentrazione pari 0,012 mg/kg. Nel secondo campione di miele (settembre 2020) è sempre presente il cadmio a concentrazioni pressoché identiche

al campione di luglio 2020, mentre si sono rinvenuti 0.041 mg/kg di piombo. Questi dati suggeriscono che sebbene sia confermata la presenza di questi metalli nell'ambiente in cui le api vivono e "lavorano", non è scontato il trasferimento degli stessi nei prodotti dell'apario. E che anche in questo caso il valore di piombo nel miele è ben lontano dal limite massimo previsto dalla normativa vigente che come detto in precedenza per l'alimento miele è fissato a 0,10 mg/kg.

La ricerca degli IPA benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, crisene e IPA4 somma, è stata effettuata sia nel 2019 che nel 2020 per le seguenti matrici: cera, miele ed api.

In tutti i campioni esaminati nel biennio oggetto di studio, i livelli di IPA sono sempre stati inferiori al limite di quantificazione (pari a 0,5 µg/kg). Nel polline e nelle api sono stati ricercati anche alcuni pesticidi appartenenti alle seguenti classi di fitofarmaci:

- Neonicotinoidi: acetamiprid, dinotefuran, nitenpyram, thiacloprid, tiametoxam, imidaclopride, clothianidin, di questi gli ultimi tre sono attualmente soggetti a restrizioni nell'UE a causa della minaccia che rappresentano per le api.
- Acaricidi: amitraz, bromopropilato, cloroptalonil,
- Insetticidi Organoclorurati: DDT e suoi metaboliti, alfa e beta endosulfan, eptacloro, esaclorobenzene, alfa e beta esaclorocicloesano.
- Insetticidi Organofosforici: clorpirifos-etile, clorpirifos-metile, diazinone, etion, parathion etile.
- Piretroidi: acinatrina, bifentrina, cipermetrina, esfenvalerate, cis e tran permetrina, flumetrina, fluvalinato, resmetrina
- Erbicidi e fungicidi: atrazina, ciprodinil, cumafos, imizalis, kresoxim, matolaclor, pirazofos, terbutilazina, trifluralin.

A queste categorie appartengono sia sostanze vietate che composti utilizzati in agricoltura.

In tutti i campioni esaminati di api e polline nel biennio 2019/2020, non è stata mai rinvenuta la presenza di queste sostanze, con valori superiori ai limiti di quantificazione. Un solo campione di api, prelevato ad agosto 2020, riscontrava la presenza di 0,06 mg/kg di clorpirifos-etile, controverso pesticida organofosforico che era autorizzato in deroga per una serie di colture, tra le quali il melo ed il pero, pertanto non è da escludere che il rinvenimento di questo pesticida sia legato ad un suo uso sporadico.

Il miele del termovalorizzatore è stato analizzato seguendo i criteri delle analisi chimico-fisiche, delle analisi melissopalinoologiche e delle analisi sensoriali. Per le analisi chimico-fisiche per i campioni

esaminati, alla prova di umidità con la tecnica rifrattometrica, abbiamo avuto risultati che sono andati dal 17,0% al 18,19%. Le analisi melissopalinoologiche qualitative hanno dato i seguenti risultati:

- smielatura primaverile
 1. origine botanica: miele millefiori;
 2. origine geografica: Italia;

- smielatura fine estate
 1. origine botanica: miele di melata;
 2. origine geografica: Italia;

Per le analisi sensoriali:

- smielatura primaverile
 1. colore: ambra leggermente aranciato
 2. aspetto: opaco
 3. consistenza: fluida
 4. odore: vegetale
 5. sapore: mediamente dolce, gradevole
 6. aroma: vegetale delicato
 7. retrogusto: assenza di retrogusto

- smielatura fine estate
 1. colore: ambra scuro rossiccio
 2. aspetto: lievemente opalescente
 3. consistenza: fluida
 4. odore: di frutta cotta, confettura
 5. sapore: mediamente dolce, di frutta cotta-confettura, gradevole

Il lavoro, sebbene preliminare e “pioniere” per tale area geografica, ha permesso di individuare i livelli di vari contaminanti e l’impatto dell’antropizzazione e della presenza del Termovalorizzatore sull’attività delle api e dei vari prodotti dell’apiario, attraverso la valutazione dei principali parametri di benessere e vitalità delle api (forza della famiglia, mortalità, incidenza di patologie infettive, alterazioni della covata, produttività). I livelli di contaminanti rinvenuti nelle matrici oggetto del presente lavoro non hanno determinato alterazioni dei principali parametri di vitalità delle api.

Dall’analisi dei dati si evince che la presenza di residui delle sostanze ricercate, rinvenuti nel miele e nei prodotti dell’alveare, è di certo il segnale della loro presenza nell’ambiente circostante (come del resto riportato in letteratura da moltissimi autori) ma, a livelli non preoccupanti, dato che in tutti i mesi, oggetto di campionamento, non sono mai state rivenute concentrazioni superiori a quanto

previsto dalle normative vigenti, applicate in campo ambientale e, laddove definite, in campo alimentare. Di quanto prima detto ne è prova anche la conclusione dell'indagine condotta sulla qualità del miele del Termovalorizzatore che oltre a non avere residui di contaminanti ricercati, è risultato, alla luce delle nostre analisi, essere di buona qualità. Infine anche nel nostro studio si conferma il ruolo dell'ape come "sentinella ambientale": un alveare è un potenziale accumulatore naturale di sostanze che l'ape raccoglie dal territorio circostante ed è indice di quanto questi minuscoli insetti siano in grado, con molta prontezza, di percepire e segnalare le dinamiche di trasformazione in atto nell'ambiente in cui vivono. La sensibilità del Dipartimento di Prevenzione della ASL Napoli2 Nord verso i temi ambientali e la disponibilità della società A2A S.p.A. hanno permesso che questo progetto di monitoraggio, in un territorio così difficile, continuasse e si ampliasse con un'altra postazione non lontana dalla prima, per fornire ulteriori risultati ambientali nel territorio di competenza della ASL; in quest'ottica nel 2021 è stato impiantato un altro apiario presso lo Stabilimento di Tritovagliatura ed Imballaggio Rifiuti (STIR) di Caivano.

Figure professionali coinvolte nel progetto:

Dott. Enrico Bianco - Direttore del Dipartimento Prevenzione ASL Napoli2 Nord

Dott. Patrizio Catalano - Dirigente veterinario area B

Dott.ssa Maria Cavaliere - Dirigente veterinario area A

Dott.ssa Carla Caputo - Tecnico della Prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro

Dott.ssa Giulia Crispino - Tecnico della Prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro

Dott.ssa Stefania Lettera - Tecnico della Prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro

Dott. Domenico Pecoraro - Tecnico della Prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro

Fonti e bibliografia

AA.VV. (2016). Studio modellistico di ricaduta delle emissioni del termovalorizzatore di Acerra contestualizzato all'interno della sua realtà territoriale. ©CNR Edizioni, ISBN978-88-808-0229-7

AA.VV. ISPRA (2020). Il declino delle api e degli impollinatori. Le risposte alle domande più frequenti. *Quaderni Natura e Biodiversità* n.12/2020. ISBN 978-88-448-1000-9

Alaux, C., Brunet, fr J. L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L. P., & Le Conte, Y. (2010). Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology*, 12(3), 774. <https://doi.org/10.1111/J.1462-2920.2009.02123.X>

Amiri, E., Meixner, M., Büchler, R., & Kryger, P. (2014). Chronic Bee Paralysis Virus in Honeybee Queens: Evaluating Susceptibility and Infection Routes. In *Viruses* (Vol. 6, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/v6031188>

Asif, N., Malik, M., & Chaudhry, F. N. (2018). A Review of on Environmental Pollution Bioindicators. *Pollution*, 4(1), 111–118. <https://doi.org/10.22059/poll.2017.237440.296>

Atwal, A. S., & Goyal, N. P. (1971). Infestation of honeybee colonies with *Tropilaelaps*, and its control. *Journal of Apicultural Research*, 10(3), 137–142. <https://doi.org/10.1080/00218839.1971.11099686>

Bailey, L., & Fernando, E. F. W. (1972). Effects of sacbrood virus on adult honey-bees. *Annals of Applied Biology*, 72(1), 27–35. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1972.tb01268.x>

Bailey, L., Gibbs, A. J., & Woods, R. D. (1964). Sacbrood virus of the larval honey bee (*Apis mellifera* linnaeus). *Virology*, 23(3), 425–429. [https://doi.org/10.1016/0042-6822\(64\)90266-1](https://doi.org/10.1016/0042-6822(64)90266-1)

Berthoud, H., Imdorf, A., Haueter, M., Radloff, S., & Neumann, P. (2010). Virus infections and winter losses of honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 60–65. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.08>

Blanchard, P., Schurr, F., Celle, O., Cougoule, N., Drajnudel, P., Thiéry, R., Faucon, J. P., & Ribière, M. (2008). First detection of Israeli acute paralysis virus (IAPV) in France, a dicistrovirus affecting honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 99(3),

348–350. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2008.07.006>

Bowen-Walker, P. L., Martin, S. J., & Gunn, A. (1999). The transmission of deformed wing virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *varroa jacobsoni* Oud. *Journal of Invertebrate Pathology*, 73(1), 101–106. <https://doi.org/10.1006/JIPA.1998.4807>

Brodtschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. In *Apidologie* (Vol. 41, Issue 3, pp. 278–294). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>

Brown, L. A., Ihara, M., Buckingham, S. D., Matsuda, K., & Sattelle, D. B. (2006). Neonicotinoid insecticides display partial and super agonist actions on native insect nicotinic acetylcholine receptors. *Journal of Neurochemistry*, 99(2), 608–615. <https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.2006.04084.x>

Bühler, A., Lanzrein, B., & Wille, H. (1983). Influence of temperature and carbon dioxide concentration on juvenile hormone titre and dependent parameters of adult worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology*, 29(12), 885–893. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(83\)90051-3](https://doi.org/10.1016/0022-1910(83)90051-3)

Cagirgan, A. A., & Yazici, Z. (2020). Development of a multiplex RT-PCR assay for the routine detection of seven RNA viruses in *Apis mellifera*. *Journal of Virological Methods*, 281. <https://doi.org/10.1016/J.JVIROMET.2020.113858>

Celli, G., Porrini, C. (1991). L'ape, un efficace bioindicatore di pesticidi. *Le scienze* 274:42-54

Chantawannakul, P., Ramsey, S., VanEngelsdorp, D., Khongphinitbunjong, K., & Phokasem, P. (2018). Tropilaelaps mite: an emerging threat to European honey bee. In *Current Opinion in Insect Science* (Vol. 26, pp. 69–75). <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.01.012>

Chen, Y. P., & Siede, R. (2007). Honey Bee Viruses. In *Advances in Virus Research* (Vol. 70, pp. 33–80). Adv Virus Res. [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(07\)70002-7](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(07)70002-7)

Chen, Y., Evans, J., & Feldlaufer, M. (2006). Horizontal and vertical transmission of viruses in the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 92(3), 152–159. <https://doi.org/10.1016/j>

jip.2006.03.010

Claudianos, C., Ranson, H., Johnson, R. M., Biswas, S., Schuler, M. A., Berenbaum, M. R., Feyereisen, R., & Oakeshott, J. G. (2006). A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee. *Insect Molecular Biology*, *15*(5), 615. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2583.2006.00672.X>

Collison, C.H. (2001). The pathological effects of the tracheal mite on its host. In: Webster, T.C., Delaplane, K.S. (eds) *Mites of the honeybee*. Dadant and Sons, Hamilton, IL, pp 57–71

Costa, C., Tanner, G., Lodesani, M., Maistrello, L., & Neumann, P. (2011). Negative correlation between *Nosema ceranae* spore loads and deformed wing virus infection levels in adult honey bee workers. *Journal of Invertebrate Pathology*, *108*(3), 224–225. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2011.08.012>

Decreto Legislativo 179 del 21/05/2004, Gazzetta ufficiale n.168 del 20/07/2004

DeGrandi-Hoffman, G., & Chen, Y. (2015). Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. In *Current Opinion in Insect Science* (Vol. 10, pp. 170–176). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.007>

De Leonardis, W., Piccione, V., Zizza, A. (1986). Flora melissopalnologica d'Italia. Chiavi di identificazione. *Bollettino Accademia Gioenia di Scienze Naturali* *19*:309-474

Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L. P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J. L., & Alaux, C. (2013). Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? *PLoS ONE*, *8*(8), 72016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>

Di Prisco, G., Annoscia, D., Margiotta, M., Ferrara, R., Varricchio, P., Zanni, V., Caprio, E., Nazzi, F., & Pennacchio, F. (2016). A mutualistic symbiosis between a parasitic mite and a pathogenic virus undermines honey bee immunity and Health. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *113*(12), 3203–3208. <https://doi.org/10.1073/pnas.1523515113>

Di Prisco, G., Cavaliere, V., Annoscia, D., Varricchio, P., Caprio,

E., Nazzi, F., Gargiulo, G., & Pennacchio, F. (2013). Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(46), 18466–18471. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314923110>

Duchenne, F., Thébault, E., Michez, D., Elias, M., Drake, M., Persson, M., Piot, J. S., Pollet, M., Vanormelingen, P., & Fontaine, C. (2020). Phenological shifts alter the seasonal structure of pollinator assemblages in Europe. *Nature Ecology and Evolution*, 4(1), 115–121. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1062-4>

EUR-LEX. Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al consiglio, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni L'iniziativa dell'UE a favore degli impollinatori. COM/2018/395 final.

Ferrazzi, P. (1992). Caratterizzazione dei mieli: analisi melissopalinologiche. *Apicoltura moderna*. 83: 129-138

Floris, I., Satta A. 2002 – Approach to the diagnostic of the botanical and geographical origin of honey. Symposium “Il ruolo della ricerca in apicoltura” Bologna, pp. 229-234

Forsgren, E., Lundhagen, A. C., Imdorf, A., & Fries, I. (2005). Distribution of *Melissococcus plutonius* in honeybee colonies with and without symptoms of European foulbrood. *Microbial Ecology*, 50(3), 369–374. <https://doi.org/10.1007/s00248-004-0188-2>

Fries, I., & Camazine, S. (2001). Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie*, 32(3), 199–214. <https://doi.org/10.1051/APIDO:2001122>

Fries, I., Feng, F., Da Silva, A., Slemenda, S. B., & Pieniasek, N. J. (1996). *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *European Journal of Protistology*, 32(3), 356–365. [https://doi.org/10.1016/S0932-4739\(96\)80059-9](https://doi.org/10.1016/S0932-4739(96)80059-9)

Gazziola, F. (2000) L'utilizzo dell'ape nel biomonitoraggio. *APICOLTURA* (laboratorio apistico Regionale) 40-44

Genersch, E. (2010). American Foulbrood in honeybees and its cau-

sative agent, *Paenibacillus* larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.015>

Girotti, S., Ghini, S., Ferri, E., Luca Bolelli, ·, Colombo, R., Serra, G., Porrini, C., Sangiorgi, S., Bolelli, L., Colombo, R., Serra, G., Porrini, C., & Sangiorgi, S. (2020). Bioindicators and biomonitoring: honeybees and hive products as pollution impact assessment tools for the Mediterranean area. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 5(3), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s41207-020-00204-9>

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined Stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. In *Science* (Vol. 347, Issue 6229). Science. <https://doi.org/10.1126/science.1255957>

Gray, A., Adjlane, N., Arab, A., Ballis, A., Brusbardis, V., Charrière, J. D., Chlebo, R., Coffey, M. F., Cornelissen, B., Amaro da Costa, C., Dahle, B., Danihlík, J., Dražić, M. M., Evans, G., Fedoriak, M., Forsythe, I., Gajda, A., de Graaf, D. C., Gregorc, A., ... Brodschneider, R. (2020). Honey bee colony winter loss rates for 35 countries participating in the COLOSS survey for winter 2018–2019, and the effects of a new queen on the risk of colony winter loss. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1797272>, 59(5), 744–751. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1797272>

Gray, A., Brodschneider, R., Adjlane, N., Ballis, A., Brusbardis, V., Charrière, J. D., Chlebo, R., F. Coffey, M., Cornelissen, B., Amaro da Costa, C., Csáki, T., Dahle, B., Danihlík, J., Dražić, M. M., Evans, G., Fedoriak, M., Forsythe, I., de Graaf, D., Gregorc, A., ... Soroker, V. (2019). Loss rates of honey bee colonies during winter 2017/18 in 36 countries participating in the COLOSS survey, including effects of forage sources. *Journal of Apicultural Research*, 58(4), 479–485. <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1615661>

GreenPeace: (2013) “Bees in Decline”. *Greenpeace Research Laboratories Technical Report* (Review)

Gross, K. P., & Ruttner, F. (1970). Entwickelt *Nosema apis* eine resistenz gegenüber dem antibiotikum Fumidil B? *Apidologie*, 1(4), 401–421. <https://doi.org/10.1051/apido:19700403>

IPBES (2016). “The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production”

Iqbal, J., & Mueller, U. (2007). Virus infection causes specific learning deficits in honeybee foragers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1617), 1517–1521. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0022>

ISTAT (2014). Popolazione e ambiente: comportamenti, valutazioni ed opinioni. Rapporto Istat aprile (<https://www.istat.it/it/archivio/117583>)

IUCN (2015). International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatned Species. (www.iucnredlist.org)

Jeschke, P., Nauen, R., Schindler, M., & Elbert, A. (2011). Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(7), 2897–2908. <https://doi.org/10.1021/jf101303g>

Jones, J. C., Myerscough, M. R., Graham, S., & Oldroyd, B. P. (2004). Honey bee nest thermoregulation: Diversity promotes stability. *Science*, 305(5682), 402–404. <https://doi.org/10.1126/science.1096340>

Jr., R. G. S. (2008). Can mammalian and non-mammalian “sentinel species”; data be used to evaluate the human health implications of environmental contaminants? *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/10807039709383689*, 3(3), 329–335. <https://doi.org/10.1080/10807039709383689>

Kiljanek, T., Niewiadowska, A., & Posyniak, A. (2016). Pesticide poisoning of honeybees: A review of symptoms, incident classification, and causes of poisoning. In *Journal of Apicultural Science* (Vol. 60, Issue 2, pp. 5–24). RESEARCH INST POMOLOGY FLORICULTURE. <https://doi.org/10.1515/JAS-2016-0024>

Kremen, C., Williams, N. M., & Thorp, R. W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(26), 16812–16816. <https://doi.org/10.1073/PNAS.262413599>

Laganà, V., Power, K., Ianniello, D., Maurelli, M.P. (2020). Mini-FLOTAC, un nuovo strumento per la diagnosi in campo della nose-miasi”. *Apinsieme Maggio*, pp.30-32

Le Bihanic, F. (2013). Effets des hydrocarbures aromatiques

polycycliques sur les stades précoces de poissons modèles Développement de bioessais et étude comparée de mélanges. (<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01068302/>)

Li, J., Wang, T., Evans, J. D., Rose, R., Zhao, Y., Li, Z., Li, J., Huang, S., Heerman, M., Rodríguez-García, C., Banmekea, O., Rodney Brister, J., Hatcher, E. L., Cao, L., Hamilton, M., & Chen, Y. (2019). The phylogeny and pathogenesis of sacbrood virus (SBV) infection in European honey bees, *Apis mellifera*. *Viruses*, *11*(1). <https://doi.org/10.3390/v11010061>

Maiolino, P., Iafigliola, L., Rinaldi, L., De Leva, G., Restucci, B., & Martano, M. (2014). Histopathological findings of the midgut in European honey bee (*Apis Mellifera* L.) naturally infected by *Nosema* spp. *Veterinary Medicine and Animal Sciences*, *2*(1), 4. <https://doi.org/10.7243/2054-3425-2-4>

Maiolino, P., Martano, M., Power, K. (2020) L'APE SENTINELLA DELL'AMBIENTE. Stato di salute degli alveari prima dell'invernamento nella Regione Campania autunno-inverno 2020. (https://www.naturacampania.it/public/ape_sentinella.pdf).

Manning, R., Rutkay, A., Eaton, L., & Dell, B. (2007). Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diets and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Australian Journal of Entomology*, *46*(3), 251–257. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2007.00598.x>

Mao, W., Schuler, M. A., & Berenbaum, M. R. (2013). Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee *Apis mellifera*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *110*(22), 8842–8846. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1303884110/-/DCSUPPLEMENTAL>

Martín-Hernández, R., Bartolomé, C., Chejanovsky, N., Le Conte, Y., Dalmon, A., Dussaubat, C., García-Palencia, P., Meana, A., Pinto, M. A., Soroker, V., & Higes, M. (2018). *Nosema ceranae* in *Apis mellifera*: a 12 years postdetection perspective. In *Environmental Microbiology* (Vol. 20, Issue 4, pp. 1302–1329). Environ Microbiol. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14103>

Martin, S. J., & Brettell, L. E. (2019). Deformed Wing Virus in Honeybees and Other Insects. *Annual Review of Virology*, *6*, 49–69. <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-092818-015700>

Martinello, M., Manzinello, C., Borin, A., Avram, L. E., Dainese, N., Giuliano, I., Gallina, A., & Mutinelli, F. (2020). A survey from 2015 to 2019 to investigate the occurrence of pesticide residues in dead honeybees and other matrices related to honeybee mortality incidents in Italy. *Diversity*, *12*(1), 15. <https://doi.org/10.3390/d12010015>

Menzel, A., & Fabian, P. (1999). Growing season extended in Europe. *Nature*, *397*(6721), 659. <https://doi.org/10.1038/17709>

Michener (2007) *The Bees of the World*, Johns Hopkins University Press

Mullin, C. A., Frazier, M., Frazier, J. L., Ashcraft, S., Simonds, R., VanEngelsdorp, D., & Pettis, J. S. (2010). High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. *PLoS ONE*, *5*(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009754>

Mutinelli, F., Sgolastra, F., Gallina, A., et al. (2010) A network for monitoring honeybee mortality and colony losses in Italy as a part of the APENET research project. *Am Bee J.* 150: 389–390

Nazzi, F., Brown, S. P., Annoscia, D., Del Piccolo, F., Di Prisco, G., Varricchio, P., Vedova, G. Della, Cattonaro, F., Caprio, E., & Pennacchio, F. (2012). Synergistic parasite-pathogen interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies. *PLoS Pathogens*, *8*(6), e1002735. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002735>

Nazzi, F., & Pennacchio, F. (2018). Honey bee antiviral immune barriers as affected by multiple stress factors: A novel paradigm to interpret colony health decline and collapse. *Viruses*, *10*(4). <https://doi.org/10.3390/v10040159>

Neumann, P., & Carreck, N. L. (2010). Honey bee colony losses. In *Journal of Apicultural Research* (Vol. 49, Issue 1, pp. 1–6). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.01>

O’Neal, S. T., Reeves, A. M., Fell, R. D., Brewster, C. C., & Anderson, T. D. (2019). Chlorothalonil Exposure Alters Virus Susceptibility and Markers of Immunity, Nutrition, and Development in Honey Bees. *Journal of Insect Science*, *19*(3). <https://doi.org/10.1093/jise-sa/iez051>

Ostiguy, N., Drummond, F. A., Aronstein, K., Eitzer, B., Ellis, J. D., Spivak, M., & Sheppard, W. S. (2019). Honey bee exposure to pesticides: A four-year nationwide study. *Insects*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/insects10010013>

PAGLIANO, G. (1995). Hymenoptera Apoidea. In: MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (eds.) - Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, 106, pp. 25, Bologna

Palmer, M. J., Moffat, C., Saranzewa, N., Harvey, J., Wright, G. A., & Connolly, C. N. (2013). Cholinergic pesticides cause mushroom body neuronal inactivation in honeybees. *Nature Communications*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/ncomms2648>

Persano Oddo, L., Sabatini, A.G., Accorti, M., Colombo, R., Marcazzan, G.L., Piana, M.L., Piazza, M.G., Pulcini, P. (2000) I mieli uniflorali Italiani. Nuove schede 124 di caratterizzazione. Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. 108pp

Perugini, M., Manera, M., Grotta, L., Abete, M. C., Tarasco, R., & Amorena, M. (2011). Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: Honeybees as bioindicators. *Biological Trace Element Research*, 140(2), 170–176. <https://doi.org/10.1007/s12011-010-8688-z>

Perugini, M., Tulini, S. M. R., Zezza, D., Fenucci, S., Conte, A., & Amorena, M. (2018). Occurrence of agrochemical residues in beeswax samples collected in Italy during 2013–2015. *Science of the Total Environment*, 625, 470–476. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.321>

Perugini, M., Grotta, L., Turno, G., Manera, M., and Amorena., M. (2012). Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPS): des polluants detectables dans l'environnement grace a l'abeille. *Journ'e e Scientifique apicole*, 92-96

Piana, L. (1997). L'origine botanica dei mieli e le frodi collegate. *Lapis* 7: 12-21

Pietropaoli, M., Perugini, M., Ubaldi, A., Giacomelli, A., Milito, M., Gobbi, C., Pizzariello, M., Amorena, M., Scholl, F., & Formato, G. (2013). Results of heavy metals monitoring project in honeys of Majella National Park (Central Italy). 7° *Convegno Nazionale Di Vi-*

ticoltura, Piacenza, 9-11 Luglio 2018, 22, 354 (BH118). <https://doi.org/10.4/JQUERY-UI.MIN.JS>

Porrini, C., Mutinelli, F., Bortolotti, L., Granato, A., Laurenson, L., Roberts, K., Gallina, A., Silvester, N., Medrzycki, P., Renzi, T., Sgolastra, F., & Lodesani, M. (2016). The status of honey bee health in Italy: Results from the nationwide bee monitoring network. *PLoS ONE, 11(5)*, e0155411. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155411>

Porrini, C., Sabatini, A. G., Girotti, S., Ghini, S., Medrzycki, P., Grillenzoni, F., Bortolotti, L., Gattavecchia, E., & Celli, G. (2003). Honey Bees and Bee Products As Monitors of the Environmental Contamination. *Apiacta, 38*, 63–70.

Power, K., Martano, M., Altamura, G., Piscopo, N., & Maiolino, P. (2021). Histopathological features of symptomatic and asymptomatic honeybees naturally infected by deformed wing virus. *Pathogens, 10(7)*, 874. <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS10070874/S1>

Quaranta, M., Cornalba, M., Biella, P., Comba, M., Battistoni, A., Rondinini, C., Teofili, C. (2018). Lista Rossa IUCN delle api italiane minacciate.

Raymann, K., Shaffer, Z., & Moran, N. A. (2017). Antibiotic exposure perturbs the gut microbiota and elevates mortality in honeybees. *PLoS Biology, 15(3)*, e2001861. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001861>

Regolamento (UE) n. 87/2011 della Commissione, del 2 febbraio 2011, che designa il laboratorio del riferimento dell'UE per la salute delle api, stabilisce responsabilità e compiti aggiuntivi per tale laboratorio e modifica l'allegato VII del regolamento (CE) n. 882/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology, 103(SUPPL. 1)*. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>

Roth, M. A., Wilson, J. M., Tignor, K. R., & Gross, A. D. (2020). Biology and Management of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies. *Journal of Integrated Pest Management, 11(1)*, 1–1. <https://doi.org/10.1093/JIPM/PMZ036>

Ruiz, J. A., Gutiérrez, M., & Porrini, C. (2013). Biomonitoring of Bees as Bioindicators. *Bee World*, 90(3), 61–63. <https://doi.org/10.1080/005772x.2013.11417545>

Shimanuki, H., Calderone, N.W., Knox, D.A. (1994) Parasitic mite syndrome: the symptoms, *Am. Bee J.* 134, 827–828

Stahl, R.G. Jr. (1997). Can mammalian and non-mammalian sentinel species' data be used to evaluate the human health implications of environmental contaminants. *Human Ecology Risk Assessment* 3:329-335

Szymaś, B., & Jędruszek, A. (2003). The influence of different diets on haemocytes of adult worker honey bees, *Apis mellifera*. *Apidologie*, 34(2), 97–102. <https://doi.org/10.1051/apido:2003012>

Tautz, J., Maier, S., Groh, C., Rössler, W., & Brockmann, A. (2003). Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(12), 7343–7347. <https://doi.org/10.1073/pnas.1232346100>

Tulini, S.M.R., Specchia, R.M., Lai, O.R., Mucciolo, C., Amorena, M., Crescenzo, G. (2020) Trend of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/PCDFS) in beehive matrices. *Journal of Food Science*, 32:858-872. <https://doi.org/10.14674/IJFS.1765>

Tulini, S., Masi, V., Casali, A., Amorena, M. (2020) Ducati Motor Holding S.P.A.: Un'esperienza concreta di biomonitoraggio con le api. *Apinsieme* Luglio-Agosto, pp.34-39

Van Der Schalie, W.H., Gardner, H.S., Bantle, J.A., De Rosa, C.T., Finch, Robert A., Reif, J.S., Reuter, R.H., Backer, L.C., Burger, J., Folmar, L.C., Stokes, W.S. (1999) Animals as sentinels of human health hazards of environmental chemicals. *Environmental Health Perspectives* <https://doi.org/10.1289/ehp.99107309>

Van Der Zee, R., Gray, A., Holzmann, C., Pisa, L., Brodschneider, R., Chlebo, R., Coffey, M. F., Kence, A., Kristiansen, P., Mutinelli, F., Nguyen, B. K., Noureddine, A., Peterson, M., Soroker, V., Topolska, G., Vejsnæs, F., & Wilkins, S. (2013). Standard survey methods for estimating colony losses and explanatory risk factors in *Apis mellifera*. In *Journal of Apicultural Research* (Vol. 52, Issue 4). <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.18>

vanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haugbruge, E., Nguyen, B. K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpay, D. R., & Pettis, J. S. (2009). Colony collapse disorder: A descriptive study. *PLoS ONE*, 4(8), e6481. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006481>

Vanengelsdorp, D., Underwood, R., Caron, D., & Hayes, J. (2007). An estimate of managed colony losses in the winter of 2006 - 2007: A report commissioned by the apiary inspectors of America. In *American Bee Journal* (Vol. 147, Issue 7, pp. 599–603).

vanEngelsdorp, D., Cox-Foster D., Frazier M., Ostiguy N., Hayes J.(2006): Fall Dwindle Disease: Investigations into the Causes of Sudden and Alarming Colony Losses Experienced by Beekeepers in the Fall of 2006. Preliminary report, December 15., 2006

Wheeler, M. M., & Robinson, G. E. (2014). Diet-dependent gene expression in honey bees: Honey vs. sucrose or high fructose corn syrup. *Scientific Reports*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.1038/srep05726>

White, G.F., (1913) Sacbrood, a disease of bees. US Department of Agriculture, *Bureau of Entomology*, Washington, DC, USA

Wu, J. Y., Anelli, C. M., & Sheppard, W. S. (2011). Sub-lethal effects of pesticide residues in brood comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. *PLoS ONE*, 6(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014720>

Yang, X., & Cox-Foster, D. L. (2005). Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: Evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(21), 7470–7475. <https://doi.org/10.1073/pnas.0501860102>

Ziska, L. H., Pettis, J. S., Edwards, J., Hancock, J. E., Tomecek, M. B., Clark, A., Dukes, J. S., Loladze, I., & Polley, H. W. (2016). Rising atmospheric CO₂ is reducing the protein concentration of a floral pollen source essential for north American bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1828). <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0414>



REGIONE CAMPANIA



ISTITUTO ZOOPIROFILOTTICO Sperimentale DEL MEZZOGIORNO



ASL SALERNO



FONDAZIONE MDM

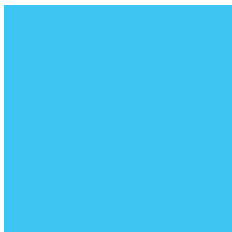


DMVPA



il CeRVE nE

CENTRO REGIONALE PER LA PREVENZIONE E GESTIONE DELLE EMERGENZE
"ADRIANO MANTOVANI"



ISBN 978-88-946717-6-6



9 788894 671766