

BeeNet



Come va
l'ambiente?

Chiedilo alle
api!



Monitoraggio
ambientale
con le api

Il presente studio è frutto del lavoro realizzato nell'ambito del progetto BeeNet, finanziato nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020 (Ministero dell'Agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste).

È stato condotto dal Centro Agricoltura e Ambiente del CREA [Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria], sede di Bologna.

L'ideazione e la progettazione del volume sono attribuibili a LAURA BORTOLOTTI (coordinatrice del progetto) e MANUELA GIOVANETTI (project manager e ricercatrice).

Il volume è a cura di MANUELA GIOVANETTI.

Al TEAM BeeNet del CREA hanno contribuito, negli anni, alle diverse parti e ai risultati ottenuti:

[in ordine alfabetico]

SERGIO ALBERTAZZI, GIUSEPPE ARENA, GHERARDO BOGO, MICHELA BOI, LAURA BORTOLOTTI, VITTORIO CAPANO, ELENA CARGNUS, VALERIA CARINGI, EMANUELE CARPANA, GIOVANNI CILIA, ROBERTO COLOMBO, FRANCESCA CORVUCCI, AMANDA DETTORI, SIMONE FLAMINIO, GIANCARLO GABOARDI, SILVIA GARDINI, MANUELA GIOVANETTI, VITTORIA GRAVINESE, FRANCESCA VITTORIA GRILLENZONI, IRENE GUERRA, GIULIA LORA, ALESSIA MARZULLI, PIOTR MEDRZYCKI, ANTONIO NANETTI, MARINO QUARANTA, ROSA RANALLI, MARIA RUFFINO, GIORGIA SERRA, ELENA TAFI, ROSSELLA TIRITELLI, LAURA ZAVATTA



Impaginazione e grafica sono a cura di MANUELA GIOVANETTI

Foto di copertina: LAURA BORTOLOTTI

Data di pubblicazione: Febbraio 2025

LA VITA DELLE API IN PILLOLE

Le api sono insetti **fondamentali per la sopravvivenza degli ecosistemi**; la loro funzione di impollinatori, che porta un beneficio sia alla flora spontanea che a quella coltivata, le rende uno degli anelli fondamentali nei nostri ecosistemi, naturali e agricoli. Sebbene spesso si parli dell'ape da miele (*Apis mellifera*), essa rappresenta solo una delle oltre mille specie di api presenti in Italia, uno dei paesi con maggiore biodiversità di api in Europa. Le api italiane appartengono a 6 famiglie (**Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae, Apidae**) ed oltre 50 generi. Ogni specie ha caratteristiche morfologiche, comportamentali ed ecologiche che la rendono unica e adattata al proprio ambiente. Le api, sia quelle selvatiche che quelle da miele, variano enormemente il loro comportamento di nidificazione e questa caratteristica riflette un adattamento delle specie all'ambiente in cui vivono.

La maggior parte delle api nidifica **nel terreno**, scavando

Lasioglossum sp. in
prossimità dell'entrata del
proprio nido sotterraneo



gallerie verticali od oblique di lunghezza variabile da qualche decina di centimetri fino ad un metro di profondità. Le api che nidificano in questo modo vengono dette **"minatrici"**. Ogni galleria presenta ramificazioni laterali che portano ad altrettante *celle pedotrofiche*, dove vengono immagazzinate le scorte di polline e nettare sulle quali si sviluppano le larve. Per isolare il nido

dal terreno ed evitare lo sviluppo di funghi e muffe, le api rivestono le gallerie con secreti ghiandolari impermeabilizzanti; ad esempio, le api del genere *Colletes* sono dette "api del cellophan" perché rivestono il nido con un secreto trasparente e impermeabile che assomiglia a questo materiale.



Altre api, come quelle appartenenti alla famiglia Megachilidae, nidificano invece **in cavità già esistenti**, come fori nel legno, nella pietra, cavità artificiali come tubi idraulici, e addirittura la galleria elicoidale all'interno dei gusci abbandonati delle chioccioline. Generalmente, sfruttano l'intera lunghezza della galleria, che viene suddivisa da setti tra le diverse celle. Per la costruzione dei setti e per sigillare le gallerie, le api utilizzano materiali differenti: fango, utilizzato da diverse specie del genere *Osmia*, per questo dette anche "**api muratrici**"; pezzetti di foglie ritagliate, utilizzate da alcune specie di *Megachile*, chiamate perciò anche "**api tagliafoglie**"; pezzetti di petalo, utilizzati da alcune specie dei generi *Osmia* e *Hoplitis*, talvolta in modo selettivo, come nell'*Hoplitis papaveri* ("**ape del papavero**"), che raccoglie solo petali di questo fiore; la resina, usata dalle cosiddette "**api della resina**" appartenenti anch'esse al genere *Megachile*; la lanugine vegetale raccolta dalle superfici villose di alcune piante, usata da alcune specie del genere *Anthidium*, dette per questo "**api cardatrici**"; oppure un mix dei precedenti materiali e di altri tra cui polpa vegetale, legnetti e sassolini. Le "**api carpentiere**" del genere *Xylocopa* possono sia usare gallerie già presenti nel legno, sia scavarle direttamente con le mandibole per costruire i loro nidi; esse utilizzano frammenti di legno anche per la costruzione dei setti e la chiusura del nido.

Vi sono poi specie di api che costruiscono interamente i loro nidi **con materiali raccolti dall'ambiente**: le api del genere *Calichodoma* raccolgono sabbia e limo e lo impastano con un secreto salivare, per costruire nidi impermeabili e resistenti che vengono attaccati a muri, pietre o rami delle piante; il nome comune di "**ape muraiola**" attribuito ad alcune di queste specie richiama questo comportamento. Il materiale più noto utilizzato per la costruzione dei nidi è senz'altro **la cera**, secreta da ghiandole specializzate nelle femmine del genere *Apis* e utilizzato per la costruzione dei favi; anche le femmine del genere *Bombus* producono la cera e la utilizzano, sebbene in una forma meno pura, per la costruzione dei loro nidi sotterranei.



Lo **stile di vita** delle api è altrettanto diversificato. La maggior parte delle specie di api è **solitaria**, cioè **ogni singola femmina di una specie costruisce il proprio nido** in cui alleva la propria prole. Tuttavia molte specie solitarie sono “gregarie”, cioè nidificano le une vicine alle altre, e alcune sono “comunitarie”, cioè condividono lo stesso nido, seppure senza cooperazione alcuna. In alcune famiglie, come quella degli Halictidae, vi sono sia specie solitarie, sia specie che presentano uno stile di vita **presociale**, che può andare dalla semplice **cooperazione tra femmine fertili** nella costruzione e nel rifornimento del nido (quasi-socialità e semi-socialità), fino a una forma di socialità più evoluta, in cui **una sola femmina depone le uova**, mentre le altre si occupano della raccolta di cibo e della difesa del nido. Alcune specie dei generi *Xylocopa* e *Ceratina* presentano invece una diversa forma di socialità, in cui gli individui della seconda generazione, sia maschi che femmine, **cooperano con la madre** nella costruzione, difesa e rifornimento del nido. Tuttavia, solo per i generi *Apis* e *Bombus* si può parlare “eusocialità”, ovvero la **socialità vera e propria** secondo la definizione di Wilson del 1971, ove ritroviamo alcune caratteristiche tutte insieme: presenza di una sola femmina fertile (la regina) e di una casta sterile (le operaie), allevamento cooperativo della prole e sovrapposizione temporale di generazioni. L'eusocialità nel genere *Bombus* è però definita primitiva, perché la società è meno organizzata di quella delle api e la regina attraversa una fase solitaria durante l'inverno.

Anche nella relazione delle api con **la flora** esistono peculiarità tra le diverse specie. La tipologia di fiore visitato dipende dalla dimensione dell'ape e dalla lunghezza della ligula, l'organo usato per succhiare il **nettare** dai fiori. L'ape da miele ha una dimensione media e una lunghezza della ligula medio-lunga, il che la rende una **specie generalista**, che visita una vasta gamma di fiori. Le altre specie di api hanno dimensioni molto variabili, da pochi millimetri a qualche centimetro, e ligula che può essere da corta a molto lunga; alcune di loro sono **specie specialiste**, con una preferenza o una specializzazione per fiori di una determinata famiglia o



genere botanico. Queste specializzazioni fiorali sono importanti anche per l'efficacia dell'impollinazione, poiché quando i fiori visitati sono sempre gli stessi le api trasferiscono il polline da un fiore all'altro in modo più selettivo, favorendo la riproduzione delle piante. In alcuni casi l'elevata specializzazione di un impollinatore per una specie coltivata si è tradotta in un interesse economico. L'esempio più noto è quello dei **bombi** e del **pomodoro**. I fiori del genere *Solanum* hanno le antere fuse tra loro a formare una struttura cilindrica bucherellata all'apice: per far uscire il polline occorre praticare una vibrazione della frequenza di 400 Hz. Questa modalità di impollinazione, definita "**buzz pollination**", è appannaggio di pochi generi di api, tra cui i bombi: questi grossi apoidei sono in grado di utilizzare la contrazione dei muscoli alari per produrre nel torace una vibrazione della frequenza necessaria. Per questa loro capacità, le colonie di bombo vengono allevate artificialmente e vendute in tutto il mondo per l'impollinazione del pomodoro in serra.



Per il trasporto del **polline** le api possono usare due diverse strutture. La maggior parte lo trasporta **nelle zampe posteriori**, che nelle femmine di quasi tutte le specie sono fittamente pelose; le femmine dei generi *Apis* e *Bombus* lo raccolgono **nelle corbicule**, strutture concave situate nel terzo paio di zampe, che consentono loro di trasportare grandi quantità di polline. Viceversa, le api della famiglia Megachilidae raccolgono il polline **nella parte ventrale dell'addome**, che presenta lunghe frange di peli ed è chiamata *scopa*. Questa diversa modalità di raccolta e trasporto del polline influenza il rapporto con la flora: la posizione ventrale della scopa dei Megachilidae predispone la visita a fiori con antere esposte e polline abbondante.



Le api, con la loro grande diversità in termini di nidificazione, comportamento sociale e preferenze floreali, intrecciano **stretti rapporti con l'ambiente** in cui vivono, le cui componenti sono essenziali per la loro stessa sopravvivenza; proprio da questa relazione di interdipendenza con l'ambiente deriva il loro **ruolo di sentinelle** ambientali.

Un'ape mellifera e un'ape del genere *Hyleus* foraggiano sulla medesima risorsa, un fiore di rovo



Un'ape cardatrice, *Anthidium manicatum*, trasporta lanugine raccolta sulle foglie



Un'ape carpentiere, *Xylocopa violacea*, raccoglie polline



Osmia bicornis con polline (trasportato nella parte ventrale dell'addome) di ritorno al nido (bee hotel)



foto : L. Bortolotti

LE API: SENTINELLE NELL'AMBIENTE

Le api sono in grado di rilevare e rispondere a cambiamenti ambientali in corso. Lo stato di salute delle famiglie di api da miele e la diversità delle specie di api selvatiche possono fornire preziose informazioni sullo stato degli ecosistemi, rendendole **uno strumento naturale** applicabile al **monitoraggio** e alla **tutela** dell'ambiente.

Per la loro dipendenza dalla flora per la nutrizione e dalle componenti ambientali e dai materiali usati per la nidificazione, le api risultano molto sensibili alle modificazioni dell'habitat e dell'uso del suolo. Molte specie di api selvatiche dipendono da habitat naturali come prati, boschi, campi fioriti e zone marginali per la loro sopravvivenza. Quando queste aree vengono sacrificate per fare spazio a edifici, strade o altre infrastrutture, la disponibilità di risorse trofiche e di siti e materiali per la nidificazione si riduce drasticamente. **L'uso intensivo del suolo**, come l'urbanizzazione o la deforestazione, può modificare il microclima locale, alterando temperatura, umidità e venti. Questi cambiamenti possono influenzare le piante e i fiori da cui le api dipendono per nutrirsi e gli habitat a disposizione per i loro nidi. **La frammentazione del paesaggio** crea piccole aree di habitat isolati che le api possono avere difficoltà a raggiungere o colonizzare. La frammentazione riduce anche le vie di migrazione e dispersione, che sono vitali per una sana genetica delle popolazioni e per la capacità di adattarsi ai cambiamenti ambientali. Una rete di habitat interconnessi è cruciale per mantenere popolazioni di api robuste e resilienti.

Anche **l'agricoltura intensiva** causa effetti analoghi, poiché le estese superfici dedicate a monocoltura limitano e impoveriscono la disponibilità di risorse trofiche e ambientali. In un ambiente agricolo molto semplificato le api hanno accesso a risorse alimentari monotone e circoscritte nel tempo. Le monocolture, sebbene possano offrire abbondanza temporanea di fiori per un breve periodo, non forniscono la diversità di risorse necessarie per



sostenere le api durante tutta la stagione di attività. La scarsa varietà di polline e nettare può portare all'indebolimento delle famiglie di api mellifere, che necessitano di risorse il più possibile differenziate, e a una riduzione o addirittura scomparsa delle popolazioni di api selvatiche, che non trovano le risorse alimentari adeguate nel loro periodo di volo. Inoltre, i cambiamenti nell'uso del suolo legati all'intensificazione agricola sono spesso accompagnati dall'uso massiccio di molecole chimiche, spesso tossiche.

Le api sono particolarmente sensibili agli **inquinanti atmosferici** e a quelli **agricoli**. Gli effetti di queste sostanze sono rilevabili attraverso la mortalità delle famiglie di api da miele o una riduzione nel numero e nella diversità delle popolazioni di api selvatiche. Gli inquinanti ambientali possono agire sulle api sia **in modo diretto**, in seguito a trattamenti spray o contaminazione atmosferica, sia **in modo indiretto**, contaminando le risorse alimentari di cui si nutrono (come polline, nettare o acqua). Gli effetti si possono manifestare attraverso la mortalità delle api oppure attraverso effetti subletali, tra cui l'indebolimento del sistema immunitario, che porta ad un declino lento delle famiglie o delle popolazioni, o la riduzione della capacità di orientamento che porta le api a non rientrare al nido o all'alveare. Lo spopolamento o il collasso di una famiglia di api può quindi fungere da segnale di allarme di una contaminazione ambientale.

Inoltre, l'inquinamento atmosferico e in particolare l'aumento dei livelli di **smog e polveri sottili**, può compromettere la capacità delle api di rilevare i segnali chimici delle piante, riducendo così la loro capacità di impollinare e portando come conseguenza anche una riduzione della biodiversità vegetale. Se le api diminuiscono o scompaiono da una determinata area, questo può sia indicare che la vegetazione locale sta subendo dei cambiamenti, come la riduzione della varietà di piante, sia avere conseguenze negative sulla stessa. In altre parole, l'abbondanza o la scarsità delle api in un determinato ecosistema è direttamente correlata alla salute delle



piante che vi crescono e, a sua volta, alla stabilità complessiva dell'intero ecosistema.

Le api possono anche essere usate come indicatori del **cambiamento climatico**. Le modifiche nelle temperature e nei modelli di precipitazione possono influenzare il comportamento o minacciare la sopravvivenza delle api attraverso lo sfasamento delle fioriture rispetto al loro periodo di volo. L'anticipo o il ritardo del periodo di fioritura delle piante causa, infatti, un disallineamento tra la disponibilità di polline e nettare e la necessità di risorse, portando a carenze alimentari o, nei casi più gravi, scomparsa di specie.

Le api sono vulnerabili anche a **malattie e parassiti** che possono colpire le loro colonie o popolazioni. Le **infezioni batteriche, virali e fungine**, che si diffondono attraverso gli ambienti contaminati, sono un altro indicatore di un ecosistema malato. Le api che mostrano segni di malattia, come un comportamento anomalo o un rallentamento nelle loro attività, possono essere il segnale che un patogeno sta minacciando non solo la loro sopravvivenza, ma di conseguenza anche quella delle piante che esse impollinano. Poiché le malattie e i parassiti delle api sono strettamente legati alle condizioni ecologiche in cui vivono, monitorare la salute delle colonie di api può essere un modo efficace per prevenire o individuare focolai di infezione, contribuendo così a salvaguardare la salute complessiva dell'ambiente.

MONITORAGGIO AMBIENTALE CON LE API

Grazie alla loro capacità di raccogliere informazioni dall'ambiente, le api vengono largamente utilizzate nella ricerca scientifica come bioindicatori o all'interno di programmi di sorveglianza ambientale. L'**ape da miele** è considerata un **ottimo bioindicatore** perché riflette la presenza di sostanze inquinanti nell'ambiente con mortalità, spopolamenti, alterazioni comportamentali e/o accumulandole nel corpo o nei prodotti



dell'alveare. L'obiettivo di un **programma di monitoraggio** è valutare lo stato di salute delle popolazioni di api in un'ampia area e identificare le cause e i fattori di rischio che lo influenzano. A tal fine, vengono effettuate misurazioni regolari sugli alveari. Le api da miele perlustrano un'area di circa 7 chilometri quadrati intorno al proprio alveare e ogni famiglia è in grado di effettuare giornalmente circa 10 milioni di microprelievi in tutti i comparti ambientali (aria, acqua e suolo) che possono fornire dati qualitativi e quantitativi relativi alla salubrità o meno degli ecosistemi oggetto dello studio. L'analisi dei prodotti come il polline, il miele o la propoli, può infatti rivelare informazioni sulla presenza di inquinanti, come pesticidi o metalli pesanti.

Il tipo di sorveglianza più economico per raccogliere dati sulla mortalità delle colonie di api è l'uso di **questionari**, ampiamente utilizzati in programmi di monitoraggio in Europa e negli Stati Uniti, ad esempio all'interno del progetto Coloss. I questionari vengono distribuiti tramite posta, e-mail o piattaforme online, spesso con la collaborazione di associazioni di apicoltori. È fondamentale che gli obiettivi e i parametri dell'indagine siano chiari per evitare ambiguità nei risultati. Nonostante l'attenzione nella loro formulazione, i questionari possono essere soggetti a distorsioni: basse percentuali di risposta alterano la solidità dei dati. Per raccogliere informazioni più precise sulle cause di mortalità o spopolamenti, sono necessari **programmi di monitoraggio** con ispezioni effettuate secondo **protocolli standardizzati** da **personale formato**. Un buon programma di monitoraggio deve valutare sia i fattori di rischio interni all'alveare (ad es. i patogeni) che esterni (ambientali). Studi su singoli fattori sono infatti utili per analizzare problemi specifici, ma gli **studi multifattoriali** che **considerano patogeni, pesticidi, pratiche apistiche e parametri ambientali**, sono più efficaci nel correlare la mortalità delle colonie ai diversi possibili fattori di rischio. Tuttavia è importante bilanciare costi ed efficacia, selezionando un numero sufficiente di parametri e ispezioni per ottenere informazioni affidabili, senza incorrere in spese eccessive. Le ispezioni manuali delle arnie sono infatti



costose e richiedono personale formato. Anche le analisi chimiche e patologiche dei campioni raccolti comportano costi elevati, per cui è fondamentale condurre un'analisi costi-benefici prima di intraprendere queste attività. Recentemente sono state sviluppate tecnologie che permettono di **rilevare automaticamente** alcuni parametri interni degli alveari tramite sensori e rilevatori. Le cosiddette "arnie tecnologiche" o "arnie digitali" consentono la misurazione e trasmissione automatica dei dati, riducendo il numero di controlli manuali.

Il monitoraggio dello stato di salute delle api è di interesse transnazionale, come dimostrano progetti collaborativi finanziati a livello europeo. Il progetto **BEE DOC**, avviato sotto il Settimo Programma Quadro (FP7) ha esaminato l'impatto di parassiti, patogeni e pesticidi sul benessere delle api in Europa. Il progetto **PoshBee** (Horizon 2020) ha studiato l'esposizione delle api ai prodotti fitosanitari in diversi paesi europei. Il progetto **SmartBees** (FP7) ha sviluppato strategie di selezione per aumentare la resistenza delle api alla varroa e ai virus, sostenendo la conservazione di popolazioni locali resilienti. Il più recente progetto **BeeGuards** (Horizon Europe 2023-2027) mira a fornire pratiche di gestione apistica sostenibile, nuove strategie di selezione per la resilienza e strumenti digitali e di previsione che consentano al settore dell'apicoltura di adattarsi ai cambiamenti climatici.

Anche il monitoraggio della diversità delle **api selvatiche** sta ricevendo crescente interesse nella comunità scientifica. Questi monitoraggi possono essere svolti attraverso lo **studio delle popolazioni** di api selvatiche in diverse regioni, integrato con la raccolta di dati sulla composizione vegetale e sul paesaggio circostante, per valutare le caratteristiche ambientali che favoriscono la sopravvivenza delle popolazioni di api selvatiche; oppure attraverso il **confronto della diversità** delle api selvatiche in ambienti diversi, ad esempio confrontando ambienti agricoli e naturali, per individuare fattori di rischio di origine antropica. Tra i progetti di monitoraggio attivati a livello europeo, il progetto



Alarm (2004 - 2009) includeva 54 partner da 26 paesi e aveva come obiettivo quello di sviluppare protocolli standardizzati per lo studio della biodiversità degli impollinatori e dei servizi di impollinazione, istituire schemi di monitoraggio a lungo termine in tutta Europa, produrre una mappa europea di valutazione e sviluppare modelli predittivi per la valutazione del rischio di diversi fattori sugli impollinatori. Il successivo progetto **STEP** (Status and Trends of European Pollinators, 2010-2015) aveva l'obiettivo di valutare lo stato attuale e le tendenze future degli impollinatori europei, sia selvatici che allevati, e delle piante selvatiche e coltivate che essi impollinano; inoltre voleva caratterizzare i fattori di rischio e valutare l'impatto della perdita di impollinatori sulla produzione alimentare, sulla biodiversità e sulla società in generale, allo scopo di fornire raccomandazioni ai decisori politici sulle possibili misure di mitigazione. Infine nel giugno 2019 la Commissione europea ha lanciato il progetto **STING** (Science and Technology for Pollinating Insects) attraverso il quale ha incaricato un gruppo di esperti di sviluppare un protocollo di monitoraggio sul campo per raccogliere informazioni sullo stato e le tendenze delle popolazioni di impollinatori nei paesi dell'UE. Il risultato è la "**Proposta per un programma di monitoraggio degli impollinatori dell'UE**" (EU Pollinator Monitoring Scheme - EUPoMS), finalizzata e pubblicata nell'ottobre 2020. Il documento esplora i pro e i contro dei diversi programmi di monitoraggio per le diverse categorie di insetti impollinatori, proponendo una metodologia condivisa basata in gran parte sul coinvolgimento di volontari attraverso i metodi di *citizen science*. Il progetto **SPRING** (Strengthening pollinator recovery through indicators and monitoring) è nato nel 2021 in preparazione all'implementazione dell'EUPoMS, attraverso il rafforzamento della capacità tassonomica mediante corsi di formazione e testando il protocollo in tutti i 27 paesi dell'UE. L'obiettivo finale è **stimare il declino delle api selvatiche** in Europa, sviluppando una serie di indicatori in grado di rilevare cambiamenti nell'abbondanza di impollinatori in tutta l'UE.



IL PROGETTO BEE NET

BEE NET - API E BIODIVERSITÀ NEL MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE è un progetto di ricerca scientifica che tiene sotto osservazione le api italiane in tutto il Paese, per definire così le condizioni qualitative dell'agro-ambiente in cui viviamo. BeeNet utilizza **due reti di monitoraggio**, una basata sulle **api mellifere**, l'altra sulle **api selvatiche**. È finanziato dalla Rete Rurale Nazionale del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (fondi 2014-2020) ed è condotto dal Centro Agricoltura e Ambiente del CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria).

Una notevole quantità di tempo ha richiesto la costruzione della **struttura operativa** del progetto. Dopo aver creato un team composto da ricercatori e tecnici qualificati, sono stati definiti cluster scientifici di argomenti per ciascuna rete: quello delle api da miele e quello delle api selvatiche. Questo si è reso necessario perchè sono organismi simili ma anche molto diversi: l'ape mellifera è una specie unica, gestita dall'uomo e con una vasta letteratura sulla sua biologia; le api selvatiche sono un gruppo numeroso con specie comuni e rare, spesso con scarsa letteratura sulla loro biologia e distribuzione.



Per **l'ape mellifera**, è stato deciso di concentrare il monitoraggio sulla sua salute e sulla crescita della colonia: patogeni, residui di pesticidi nelle sue fonti di alimentazione, gestione dell'apiario. Una rete di apiari è la matrice che genera campioni per tutte le analisi. Gli apiari stazionari sono stati selezionati in base all'ambiente, distribuiti in quasi tutte le regioni italiane. I campioni di api bottinatrici sono stati raccolti quattro volte l'anno, i campioni di polline due volte l'anno. Le api bottinatrici sono state analizzate per il rilevamento dei patogeni, i campioni di polline per il contenuto di azoto e i residui di pesticidi.



Per **le api selvatiche**, il monitoraggio si è concentrato sulla diversità e distribuzione delle specie, e sulle interazioni in ambienti diversi (agroecosistemi intensivo e seminaturale). I protocolli sono stati indirizzati al campionamento sul campo, alle analisi di laboratorio, alla raccolta dati collaborativa, al trasferimento di campioni. Sono stati stabiliti due transetti in ciascuna delle 11 regioni italiane, uno in ambiente agricolo intensivo e uno in ambiente agricolo semi-naturale. I campioni di api sono stati raccolti mensilmente, congiuntamente a informazioni relative alla vegetazione presente. Tutti i campioni sono stati identificati a livello di specie e il materiale biologico conservato per un futuro barcoding.

IL MONITORAGGIO BEE NET DELLE API DA MIELE

LA RETE API MELLIFERE: DOVE

La **Rete BeeNet Api Mellifere** ha perseguito lo scopo di comprendere come stanno le api nei loro alveari, variamente distribuiti in **tutta Italia**. Sono state identificate delle **bio-centraline**, costituite da **5 alveari ognuna**, che hanno fornito dati e campioni durante tutta la durata del progetto. Alcune di queste bio-centraline (oltre 370) sono state anche dotate di arnie tecnologiche. Tutti i dati e i campioni sono stati fatti poi convergere al CREA Agricoltura e Ambiente di Bologna.

LA RETE API MELLIFERE: COLLABORATORI

La rete ha potuto contare sulla fondamentale collaborazione delle **principali organizzazioni apistiche nazionali** (FAI, UNAAPI e Miele in Cooperativa), i cui soci hanno messo a disposizione i loro alveari per il monitoraggio e i cui operatori hanno contribuito ad effettuare i campionamenti previsti. Una volta raccolti, i campioni di ogni regione sono stati conferiti ai locali **Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IZS)**, gli enti del servizio sanitario nazionale che in



Italia si occupano di sanità animale, che hanno provveduto al loro stoccaggio e trasporto. Nelle Regioni Emilia-Romagna e Umbria le bio-centraline sono state gestite direttamente dagli operatori del CREA.

LA RETE API MELLIFERE: COME

Ogni bio-centralina era costituita da **cinque alveari** in buona salute, seguiti costantemente da un apicoltore. Ogni alveare è stato monitorato da un **operatore BeeNet**, una figura con le competenze specifiche per l'**esecuzione di controlli** e per la **raccolta di campioni**. L'operatore ha registrato una serie di parametri, alcuni forniti dall'apicoltore, relativi al tipo di conduzione dell'alveare e degli eventuali cambiamenti avvenuti nell'ambiente in cui è inserita la postazione. Altri raccolti direttamente: l'attività di volo delle api, ottenuta con il numero di api in uscita dall'arnia in un determinato lasso di tempo; la forza della famiglia, un parametro ottenuto dall'analisi visiva dei favi e che stima quantitativamente il numero di api di un alveare, la percentuale di uova deposte e di larve presenti nelle cellette; la presenza dell'ape regina, fondamentale per la funzionalità dell'alveare, e delle celle reali; la presenza di miele, con una stima quantitativa simile a quella della forza della famiglia; infine, la presenza di pane d'api, ossia il polline stoccato nelle cellette. Oltre a ciò l'operatore BeeNet ha regolarmente prelevato dei campioni di api bottinatrici (le api più anziane deputate all'esplorazione dell'ambiente) e di pane d'api. I campioni sono stati conservati a bassa temperatura (-18°C) e inviati al laboratorio per le successive analisi (presenza di residui chimici e patogeni).

Ogni informazione raccolta in campo è stata digitalizzata, i **campioni controllati, registrati e smistati nei laboratori** per le analisi chimiche (alla ricerca di residui di sostanze tossiche) e molecolari (per verificare la presenza di patogeni). Il CREA, una volta rielaborati, si è poi occupato di **inviare i risultati delle analisi** sia agli IZS che agli apicoltori, permettendo ad ognuno di sfruttare le informazioni del territorio e chiudendo così il cerchio virtuoso della collaborazione.



LA RETE API MELLIFERE: QUANDO

I **controlli** sono stati eseguiti **quattro volte all'anno** (a marzo, giugno, settembre e novembre). I campioni di **api e pane d'api** invece sono stati raccolti **due volte** l'anno, a marzo e giugno.

LA RETE API MELLIFERE: IL PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO

Tutti i dettagli del protocollo di campionamento seguiti per la Rete BeeNet Api Mellifere sono liberamente scaricabili, in lingua italiana, al seguente link della Rete Rurale Nazionale:

[Il progetto BEENET: Api da miele - protocolli di campionamento](#)

IL MONITORAGGIO BEE NET DELLE API SELVATICHE

LA RETE API SELVATICHE: DOVE

La **Rete della Biodiversità delle Api Selvatiche** ha perseguito lo scopo di valutare presenza e abbondanza di questi importanti impollinatori, nonché la loro relazione con la flora e l'agroecosistema italiano. La parte di studio condotta nel progetto BeeNet ha previsto squadre di entomologi qualificati, che si sono recati in campo per effettuare monitoraggi mirati. Questi monitoraggi hanno avuto luogo **in 11 "nodi"** della Rete distribuiti in altrettante regioni, ciascuno composto da due siti di campionamento confrontabili (il primo, in **un agroecosistema intensivo**, e il secondo in **un agroecosistema seminaturale**, ubicato in un'area protetta).

LA RETE API SELVATICHE: COLLABORATORI

In questa rete, oltre al CREA Agricoltura e Ambiente di Bologna, sono stati coinvolti colleghi specialisti di alcune università italiane: **Università di Udine, Sassari, Catania, Pisa**. Questa collaborazione ha permesso un'analisi puntuale di territori anche lontani tra loro, considerando la varietà di ambienti che si può riscontrare in Italia.



LA RETE API SELVATICHE: COME

In ogni sito i ricercatori hanno individuato una piccola sezione, che fosse rappresentativa dell'intero ambiente. Si tratta di una **porzione di territorio lunga 200 metri e larga 2 metri (transetto)** in cui gli entomologi hanno raccolto le api selvatiche sulle specie vegetali in fiore, utilizzando retini entomologici (metodo sweep-net). Ogni esemplare catturato è stato registrato e identificato (a livello di specie) nel **Laboratorio di Entomologia del CREA** e il dato successivamente inserito in un database. Gli esemplari molto difficili da determinare sono stati inviati a specialisti europei, o confrontati dai nostri esperti con materiale di riferimento conservato nei musei. È stata annotata **anche la specie vegetale** su cui ogni esemplare è stato catturato. Inoltre nel transetto è stata registrata, di volta in volta, anche ogni altra specie fiorita.

Un monitoraggio limitato ha anche interessato i **patogeni presenti sulle api selvatiche**. In questo caso, parallelamente ai transetti, per un'ora gli entomologi hanno catturato ulteriori campioni poi analizzati dal **Laboratorio di Patologia del CREA** per identificare la presenza di eventuali virus e batteri.

LA RETE API SELVATICHE: QUANDO

I campionamenti sono stati effettuati **una volta al mese, due volte al giorno** (mattina e pomeriggio): da febbraio a novembre nelle regioni del sud, mentre nel centro-nord i rilievi sono stati condotti da marzo ad ottobre, in accordo con temperature e periodo di volo delle api selvatiche.

LA RETE API SELVATICHE: IL PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO

Tutti i dettagli del protocollo di campionamento seguito nel progetto BeeNet per la Rete della Biodiversità delle Api Selvatiche sono liberamente scaricabili, in lingua italiana, al seguente link della Rete Rurale Nazionale:

[Il progetto BEENET: Api selvatiche e biodiversità - protocolli di campionamento](#)

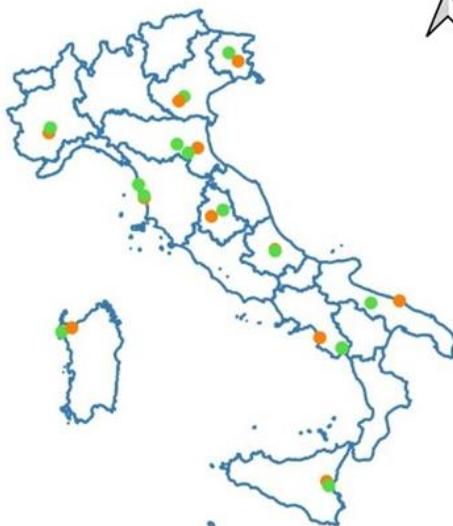




Rete delle Api Mellifere:
ad ogni punto corrisponde una
bio-centralina con 5 alveari

0 100 200 km

Rete delle Api Selvatiche:
ad ogni punto corrisponde un
sito di campionamento
(transetto; in verde, siti in
agroecosistemi seminaturali;
in arancione, siti in
agroecosistemi intensivi)



0 100 200 km



DIFESA FITOSANITARIA NELLA STORIA

Fin dalla sua nascita circa 10.000 anni fa, l'agricoltura, la principale attività umana finalizzata a produrre cibo, ha dovuto far fronte a diversi tipi di avversità che minacciano la riuscita della produzione. Per **combattere le minacce biotiche** (parassiti e malattie delle piante coltivate) per millenni l'uomo ha sfruttato principalmente la natura, sia favorendo la vita e lo sviluppo di organismi utili, che irrorando le piante con semplici sostanze estratte da varie matrici naturali. Già il semplice miglioramento delle condizioni di vita delle piante le rende più resistenti agli attacchi di parassiti e patogeni. Possiamo ottenere questo risultato per esempio attraverso la riduzione della densità delle piante nel campo, avvicendamenti colturali, conservazione della corretta fertilità del suolo, arricchimento del campo coltivato con le siepi e bordure. In passato, per garantire una sufficiente difesa delle colture si puntava sulla natura: si mescolavano più specie botaniche in un campo per aumentare la **biodiversità**, si preservava la materia organica nel **suolo** e, soprattutto, non si disturbavano quei **meccanismi naturali** che garantiscono l'equilibrio dell'ecosistema agricolo.

ALLEATI NATURALI NELLA DIFESA

ORGANISMI UTILI

- coccinelle, crisope, antocoridi:
 - predatori di diversi gruppi di insetti
- larve di alcuni ditteri sirfidi:
 - predatori di afidi
- acari fitoseidi:
 - predatori di acari dannosi e tripidi
- imenotteri braconidi:
 - parassitoidi di afidi e altri insetti
- alcuni batteri (*Bacillus thuringensis*) e nematodi:
 - causano malattie letali negli insetti

ESTRATTI NATURALI

- infuso di aglio, ortica:
 - fungicidi naturali
- olio di Neem:
 - potentissimo insetticida naturale
- olio di menta piperita e rosmarino:
 - potente repellente per insetti dannosi



Più recentemente, **meno di 100 anni fa**, sono stati scoperti i **pesticidi sintetici**, ovvero quelli che non vengono estratti da piante, funghi, batteri o altre matrici naturali, bensì **molecole nuove**, non presenti in natura, che vengono progettate e sintetizzate in laboratorio. Se da un lato l'aspettativa era che questi risolvessero tanti problemi del mondo, sempre più popolato e sempre più affamato, dall'altra si è ben presto capito che i pesticidi sintetici sono un'arma a doppio taglio. Infatti il loro largo impiego, spesso senza alcun criterio, ha condotto in poco tempo ad una notevole depauperazione degli agroecosistemi da organismi utili, naturali alleati dell'agricoltura. Il declino di entomofagi ha quindi **aumentato le problematiche fitosanitarie**, rendendo ancor più indispensabili successivi trattamenti e portando l'agricoltura "moderna" in un circolo vizioso da cui non è facile uscire. Il parallelo declino degli impollinatori ha creato ulteriori problemi sia per l'allegagione delle colture sia per la riproduzione delle piante spontanee, fondamentali per garantire la ricchezza e quindi la stabilità dell'ecosistema.

Le **autorità nazionali ed europee**, nonché il mondo scientifico, sono ben consapevoli del problema. La tendenza in agricoltura è quella di adottare diverse misure atte alla riduzione della dipendenza da pesticidi sintetici e alla promozione dell'uso di quelli meno dannosi ai vari componenti (piante, animali, suolo) dell'agroecosistema, oltre alla promozione dei metodi di lotta non chimica.

Le api da miele e gli altri impollinatori sono estremamente sensibili all'avvelenamento da pesticidi. Per questo motivo la sopravvivenza degli impollinatori è particolarmente a rischio, principalmente nelle zone con agricoltura intensiva dove se ne fa un uso maggiore. Il progetto BeeNet ha utilizzato proprio le api da miele per rilevare la presenza di pesticidi nell'ambiente. Attraverso le analisi dei campioni raccolti, il progetto ambisce a produrre dati che in futuro possano essere interpretati anche nell'ottica degli



effetti, sulla salute degli ecosistemi, di misure del PSR quali la riduzione dell'uso di fitofarmaci.

IL PANE D'API NEL PROGETTO BEE NET

Una misura importante del livello di contaminazione sono i risultati della **analisi chimiche** dei campioni di **pane d'api** prelevato negli alveari del progetto.

Sono stati raccolti e analizzati 2.054 campioni di pane d'api alla ricerca di circa 500 principi attivi diversi.

Cos'è il pane d'api? Le api raccolgono il polline sui fiori. Questo polline viene portato all'alveare dove vengono aggiunti nettare, alcuni fermenti ed enzimi allo scopo di prevenire la proliferazione batterica. Così si ottiene il pane d'api che viene immagazzinato nei favi. Abbiamo scelto questa matrice come indicatore dell'inquinamento dell'ambiente per vari motivi:

1) poiché il pane d'api è stoccato al buio, e con scarso accesso di ossigeno agli strati profondi, i residui di **fitofarmaci** sono **meno soggetti alla decomposizione** rispetto alle altre matrici, come api o polline corbicolare (le pallottole di polline raccolto dalle api sui fiori) e pertanto possiamo aspettarci di rilevare anche le sostanze incluse in esso settimane o mesi prima del campionamento;

2) la modalità di campionamento (da diversi punti di più favi) massimizza la probabilità che il campione corrisponda al polline raccolto dalle api in un periodo prolungato. Questo dettaglio è molto importante in un progetto che preveda un numero limitato di **campionamenti** all'anno: ad ogni campionamento, nel pane d'api troviamo **accumuli di polline ripetuti** nel tempo;



3) già in progetti passati, abbiamo potuto dimostrare come il pane d'api sia la **matrice con la presenza più elevata** di residui di fitofarmaci rispetto ad altre (api, polline corbiculare).

Il pane d'api immagazzinato nell'alveare e lo strumento per la sua raccolta (il Beebread collector, ideato dal dott. Giulio Loglio, ASL Bergamo).



foto : M. Giovanetti

I risultati delle analisi del pane d'api ci "parlano" pertanto dell'ambiente agricolo, e in particolare del suo inquinamento da pesticidi, e come questo vari in funzione della regione italiana e del periodo. Contemporaneamente, poiché la matrice analizzata costituisce la principale fonte di cibo proteico per gli alveari, i risultati ci danno un'immagine dei rischi a cui sono esposte le api da miele nei vari contesti agricoli in cui esse si alimentano. Infine occorre ricordare che le api da miele e il quasi migliaio di specie di apoidei selvatici, principali impollinatori delle colture e piante spontanee, occupano la medesima nicchia ecologica, quindi anche loro sono esposti a quegli stessi rischi che noi rileviamo attraverso le api da miele.

Purtroppo, i dati a nostra disposizione illustrano un quadro a dir poco preoccupante.

QUANTI RESIDUI ABBIAMO TROVATO?

Il grafico a torta nella pagina seguente permette un'immediata lettura della presenza di principi attivi che abbiamo rilevato in un totale di 2054 campioni raccolti in tutta Italia. Appare immediatamente chiaro come solo un terzo dei campioni (in verde) sia risultato privo di residui. I **due terzi dei campioni** contenevano uno o più principi attivi diversi. I campioni che contenevano **molteplici principi attivi** sono risultati essere ben il 41%. Questo dato è particolarmente preoccupante in quanto il **"cocktail" di sostanze** potenzialmente tossiche spesso produce effetti significativamente più gravi della somma degli effetti delle singole sostanze. Si parla infatti di **effetti sinergici** di più sostanze.

Abbiamo rilevato mediamente 2,3 principi attivi (p.a.) diversi per campione. Ci sono stati però campioni contenenti anche numeri più elevati di principi attivi, con il record di 24 (!) molecole nello stesso campione. Nell'istogramma possiamo notare che diversi campioni (colonne rosse) contenevano "cocktails" di varie sostanze.

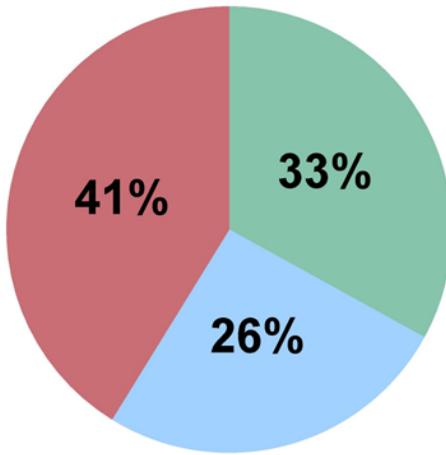
Analizzando come cambia il numero di principi attivi per campione in funzione del periodo di campionamento, emerge anche una **contaminazione** più cospicua nei campioni raccolti nel **periodo estivo** (giugno) rispetto a quello primaverile (marzo).

Questo risultato coincide perfettamente con i mesi più intensamente interessati dai trattamenti fitosanitari: nei campioni si accumulano i residui raccolti dalle api nelle aree trattate e noi li ritroviamo durante il monitoraggio effettuato nel mese di giugno.

Icona di cah nggunung@freepik.

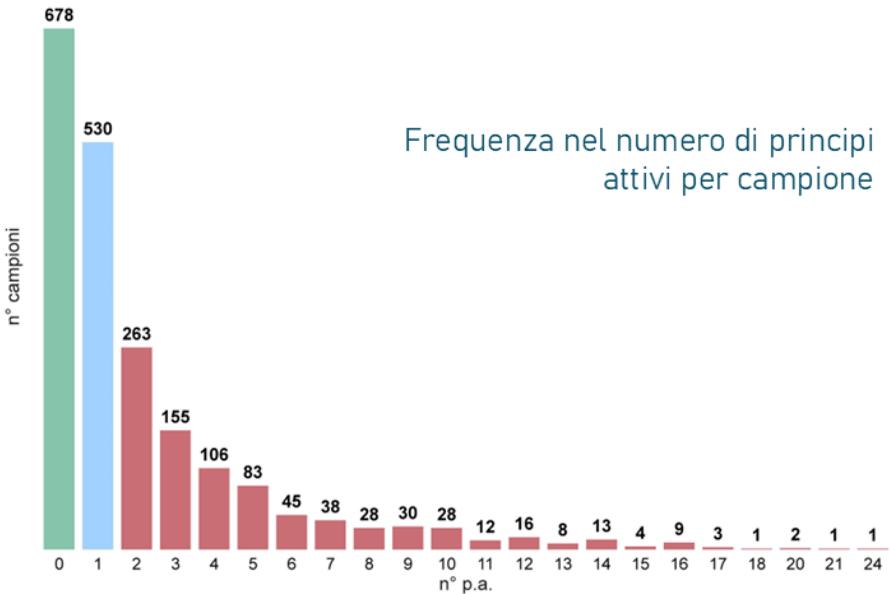


Presenza di principi attivi nei campioni

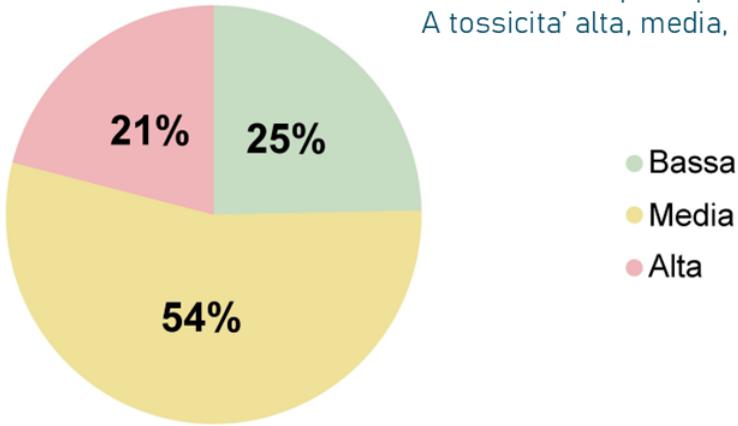


- 0
- 1
- più di 1

2054
CAMPIONI

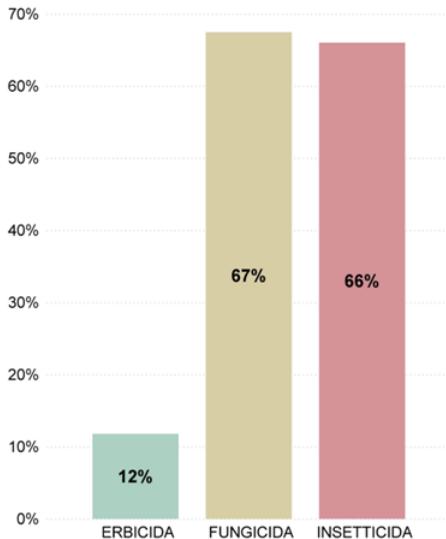


Nei campioni positivi:
Presenza di almeno un principio attivo
A tossicità alta, media, bassa



1376
CAMPIONI
POSITIVI

Nei campioni positivi:
Presenza di almeno un
Fungicida, insetticida, erbicida



La presenza della contaminazione multipla del pane d'api è un argomento di difficile analisi dal punto di vista ecotossicologico. Infatti, se è relativamente semplice testare gli effetti di una singola sostanza sulle api da miele o altre specie di apoidei, è più complicato testare gli effetti di una miscela. Se poi consideriamo miscele di più sostanze, appare evidente che non è semplice conoscere i livelli di tossicità di tutte le possibili combinazioni di queste. Dobbiamo quindi, per il principio di precauzione, dare per scontata un'**azione sinergica**, molto impattante e preoccupante.

SONO TOSSICI QUESTI RESIDUI?

La domanda principale che interessa, in primo luogo, gli apicoltori

ma anche tutte le persone che hanno a cuore il benessere degli impollinatori, è la seguente: i residui trovati nel pane d'ape **sono pericolosi** per le api?

Focalizzando l'attenzione sui campioni positivi, cioè quelli in cui è stato riscontrato almeno un principio attivo, abbiamo potuto valutare il grado di pericolosità (tossicità) del nutrimento su cui fanno affidamento le api. Come si può verificare nel grafico a torta della pagina precedente, dai nostri dati emerge che la **maggior parte** dei campioni erano **contaminati** da sostanze **mediamente** (in giallo) o **altamente** (in rosso) **tossiche**. I principi attivi scarsamente tossici (in verde) per le api erano presenti in solo un

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI PESTICIDI

EFSA (Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare) ha implementato i metodi per la valutazione del rischio di prodotti fitosanitari per gli impollinatori, prima che questi vengano autorizzati in agricoltura.

TEST OBBLIGATORI

Metodo vecchio	Metodo nuovo
solo sull'ape da miele	ape da miele, bombi e api solitarie
solo su insetti adulti	insetti adulti e larve
solo effetti letali acuti	effetti letali, subletali, acuti e cronici
considerata l'esposizione solo sulla coltura trattata	esposizione tramite la coltura trattata, piante infestanti nel campo, piante nei margini, colture adiacenti e coltura l'anno successivo

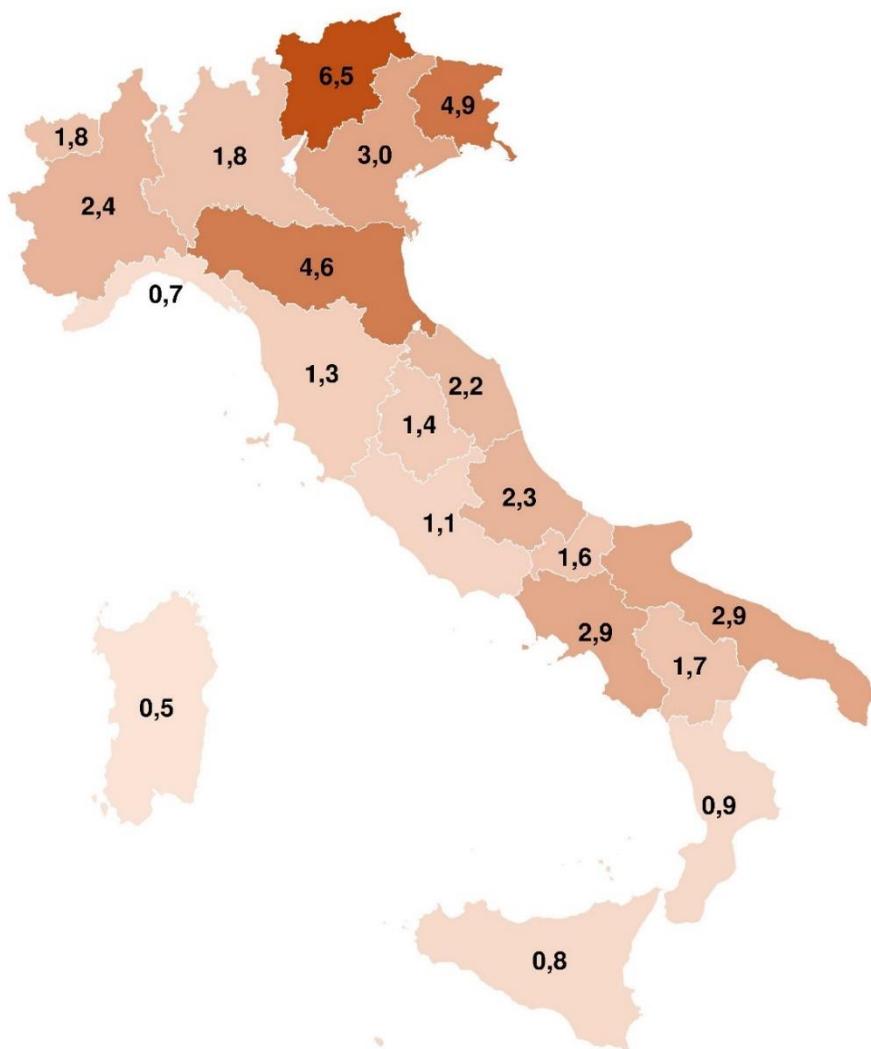
quarto dei campioni positivi. Per chiarire l'origine di questi principi attivi, abbiamo anche analizzato tutti i residui rilevati in funzione del **gruppo funzionale** (il gruppo di appartenenza in base al loro scopo principale). Da questa ulteriore analisi, riportata nel grafico, è emerso che **gli insetticidi**, ovvero i fitofarmaci potenzialmente più pericolosi per le api, erano presenti in due terzi di tutti i campioni positivi. Molto abbondanti sono risultati essere anche i fungicidi: seppur generalmente considerati meno tossici, poco si conosce degli effetti della loro frequente combinazione con altre sostanze.

CI SONO DIFFERENZE SUL TERRITORIO?

Si sa che **diverse regioni** hanno **vocazioni diverse** sia per quanto riguarda l'uso del suolo (aree agricole, industrializzate, urbanizzate, naturali), che per quanto riguarda le **colture** principali, definite dalla tradizione e dalle condizioni pedoclimatiche. Parallelamente, le diverse colture non hanno lo stesso carico di prodotti fitosanitari: solitamente i frutteti richiedono molti più trattamenti rispetto ai cereali e con sostanze molto più pericolose per gli impollinatori. Anche la stessa coltura potrebbe essere soggetta a minacce diverse in funzione delle **condizioni climatiche**. Da qui nasce l'ipotesi che diverse regioni siano esposte a diversi livelli del rischio di inquinamento da pesticidi.

Essendo questo un progetto a carattere nazionale, abbiamo potuto fare dei confronti tra le diverse regioni d'Italia. Osservando la mappa d'Italia, che per ogni regione restituisce il numero medio di principi attivi trovati nei campioni di pane delle diverse postazioni, notiamo delle differenze. Il colore più intenso indica un numero medio di campioni contaminati più alto. In alcune regioni, abbiamo riscontrato in media **oltre 3 principi attivi per campione**. Queste regioni sono tutte situate al nord: in ordine decrescente, il Trentino-Alto Adige, il Friuli-Venezia Giulia, l'Emilia-Romagna, il Veneto.

Molto inferiori sono i valori di regioni quali Sardegna, Sicilia, Liguria, Calabria. Al sud, le regioni con campioni maggiormente contaminati sono risultate essere Campania e Puglia.



CHE COSA FARE CON QUESTI RISULTATI?

IL CONSUMATORE DI IERI E DI OGGI

È importante notare che un secolo fa il consumatore era meno esigente in termini di estetica del prodotto agricolo - una mela ammaccata, un cavolfiore con danni da cavolaia (o magari con un bruco nascosto) erano considerati nella norma. Oggi simili condizioni non incontrano l'approvazione del mercato. Piccoli danni da insetti fitofagi o la presenza degli stessi nel prodotto agricolo possono diminuire il guadagno del coltivatore.

Il prodotto "imperfetto" è probabilmente più sano per il consumatore perché contenente meno residui di pesticidi, meno impattante sull'ambiente.

Per poter ridurre l'uso di fitofarmaci sintetici è innanzitutto necessario investire nell'educazione del consumatore finale. Quando sia il mercato che il legislatore accetteranno nuovamente (e magari addirittura favoriranno) prodotti agricoli con imperfezioni, solo allora i metodi di conduzione agricola ad impatto ambientale ridotto potranno riprendere a crescere rapidamente, con notevoli vantaggi per tutti.

Siamo ormai ben consapevoli che l'uso di pesticidi è una pratica comune nell'agricoltura moderna, ma vanno compresi i rischi associati a questi metodi di difesa. Un uso poco oculato dei pesticidi può portare alla contaminazione delle risorse idriche, alla perdita di biodiversità, all'emergere di ceppi resistenti di parassiti e patogeni, e anche influire direttamente sulla salute umana. Comprendere questi rischi è essenziale non solo per proteggere la nostra salute e l'ecosistema, ma anche per promuovere pratiche agricole sostenibili che garantiscano la sicurezza alimentare nel lungo termine.

Il progetto BeeNet mette in allerta: ci troviamo già in una situazione di rischio, per le api e per l'ambiente.

L'agricoltura deve, oltre a migliorare il prodotto e fornire una giusta redditività per l'agricoltore:

1. **ottimizzare le risorse**: monitorare le condizioni delle colture può permettere agli agricoltori di utilizzare in modo più efficiente



risorse come **acqua, fertilizzanti e pesticidi**, riducendo i costi e minimizzando anche l'impatto ambientale;

2. **identificare precocemente** segni di **stress o malattie** delle colture, facilitando l'intervento tempestivo, portando ad un utilizzo di fitofarmaci mirato;

3. promuovere ed implementare **pratiche più sostenibili**, favorendo la biodiversità e riducendo l'uso di prodotti chimici e fertilizzanti sintetici.

Proteggere le api dai pesticidi è fondamentale, non solo per la loro sopravvivenza, ma anche e soprattutto per la salute degli ecosistemi, compresi quelli agricoli. Non si deve interrompere il flusso di informazioni, mirando ad una **continua educazione** e sensibilizzazione di agricoltori, giardinieri e del pubblico sull'importanza delle api e sugli effetti nocivi dei pesticidi sulla loro salute. Tra le precauzioni spesso menzionate ci sono a) scegliere pesticidi con una bassa tossicità per gli impollinatori, b) applicarli durante le ore in cui le api sono meno attive (ad esempio, la sera o la mattina presto) e in condizioni meteorologiche favorevoli per ridurre la dispersione, c) contribuire a regolamentare l'uso dei pesticidi attraverso politiche e normative.

I risultati del progetto BeeNet possono contribuire a future proposte di implementazione dei disciplinari regionali e ulteriori misure specifiche del PSR, atte a ridurre l'uso di sostanze particolarmente pericolose che abbiamo riscontrato nel pane d'api.

IL CONSUMATORE DI DOMANI

Il consumatore finale è la persona che ha l'arma più potente nella lotta contro l'inquinamento e la distruzione degli ecosistemi. Attraverso le scelte di acquisto di prodotti alimentari a basso impatto ambientale (principalmente BIO) possiamo stimolare il settore agricolo a investire in specifici metodi di produzione, con grande vantaggio per l'ambiente e per tutti noi. Può essere conveniente, anche dal punto di vista della nostra salute, scegliere prodotti BIO, pagando di più seppur acquistandone meno.

Scegliere: mangiare meno ma cibo sano vs. mangiare di più ma cibo contaminato.



LE API DA MIELE E I LORO PATOGENI

Il **monitoraggio dei patogeni** delle api sul territorio italiano riveste un ruolo **cruciale** per valutare lo stato di salute degli alveari e, di conseguenza, quello dell'ambiente. Il declino delle colonie, spesso attribuibile a patogeni e parassiti, può compromettere gravemente la produttività agricola e la biodiversità. Inoltre, alcuni patogeni delle api allevate possono colpire anche impollinatori selvatici, con conseguenze potenzialmente gravi sulle loro popolazioni e, a cascata, sull'impollinazione di piante selvatiche e coltivate. Studiare l'**epidemiologia dei principali patogeni** consente interventi tempestivi per prevenirne la diffusione sia tra le colonie sia nell'ambiente circostante. La raccolta di dati epidemiologici sui patogeni delle api fornisce informazioni essenziali per sviluppare strategie di gestione sostenibili ed efficaci. Comprendere la distribuzione e l'impatto di questi patogeni consente di adottare pratiche apistiche mirate, come la selezione di linee genetiche resistenti, l'ottimizzazione dei trattamenti e la promozione di un'apicoltura più consapevole e rispettosa dell'ambiente.

Tra i principali patogeni dell'alveare vi sono microorganismi appartenenti a **diverse categorie**, tra cui **batteri** (*Paenibacillus larvae*, *Melissococcus plutonius*), **virus** (generalmente indicati dall'acronimo del loro nome inglese: DWV, ABPV, CBPV), **funghi microsporidi** (*Nosema* (= *Vairimorpha*) *ceranae*, *N. apis*), altri tipi di funghi (*Ascosphaera apis*) e **tripanosomatidi** (*Lotmaria passim*, *Crithidia mellificae*, *C. bombi*).

Le **modalità di trasmissione** possono essere di due tipi: indirette, quando gli ospiti non entrano in rapporto tra loro ma solo con matrici infette, o dirette, se avviene contatto tra gli individui infetti e quelli sani. La trasmissione indiretta avviene attraverso la condivisione di risorse alimentari, il contatto con feci contaminate o tramite un vettore. Le api possono contrarre infezioni bottinando su



fiori, consumando nettare e polline contaminato o abbeverandosi ad altre fonti infette. I fiori, in particolare, rappresentano **un punto di scambio** per i patogeni, che possono essere trasferiti non solo tra api mellifere, ma coinvolgere anche altri impollinatori attraverso particelle infettive depositate tramite le feci. La trasmissione diretta avviene per trofallassi, cioè lo scambio alimentare fra i membri di una colonia, e attraverso le cure parentali: questi sono i comportamenti che favoriscono più frequentemente la diffusione dei patogeni all'interno di una colonia, sia tra individui adulti, sia tra adulti e larve. Gli scambi di **cibo** e il **contatto diretto** tra api adulte facilitano la colonizzazione da parte dei patogeni, mentre l'**alimentazione della covata** con cibo contaminato, somministrato dalle api nutrici infette, trasmette i patogeni agli individui ancora in stadio giovanile. Questi, una volta sviluppati, potranno dare origine a individui adulti già infetti.

Un'altra interazione tra api che può facilitare la diffusione dei patogeni è il fenomeno del **saccheggio**. Durante questo comportamento, le api di una colonia asportano le risorse immagazzinate - miele e polline - da un'altra colonia più debole portando con sé anche patogeni eventualmente presenti. La trasmissione diretta comprende anche il fenomeno della **deriva**, che si verifica quando api adulte entrano erroneamente in un alveare diverso dal proprio. Questo comportamento permette ai patogeni di introdursi nella colonia ospitante e di diffondersi al suo interno.

Nella colonia, alcuni virus sono veicolati dall'acaro ectoparassita **Varroa destructor**, che amplifica la diffusione e gli effetti dei patogeni in tutti gli stadi della famiglia. La *Varroa* è un vettore chiave per diversi virus, tra cui il virus delle ali deformi (DWV), il virus della paralisi acuta (ABPV), il virus Kashmir delle api (KBV) e il virus israeliano della paralisi acuta (IAPV), aggravandone la sintomatologia e il danno alle colonie. Esiste anche una **trasmissione venerea**, che si verifica quando, durante i voli nuziali, fuchi infetti trasferiscono patogeni alle giovani regine. Studi recenti

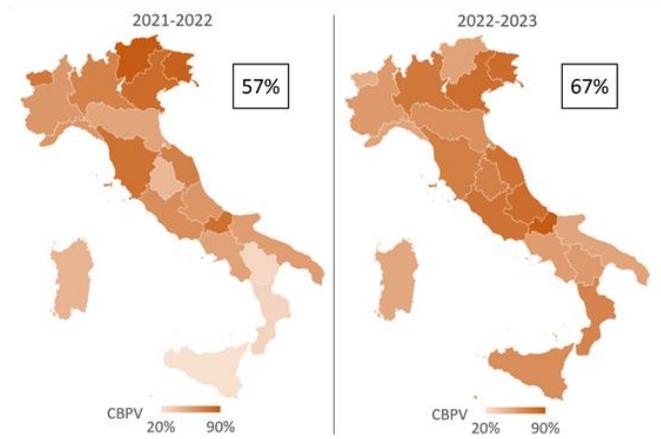
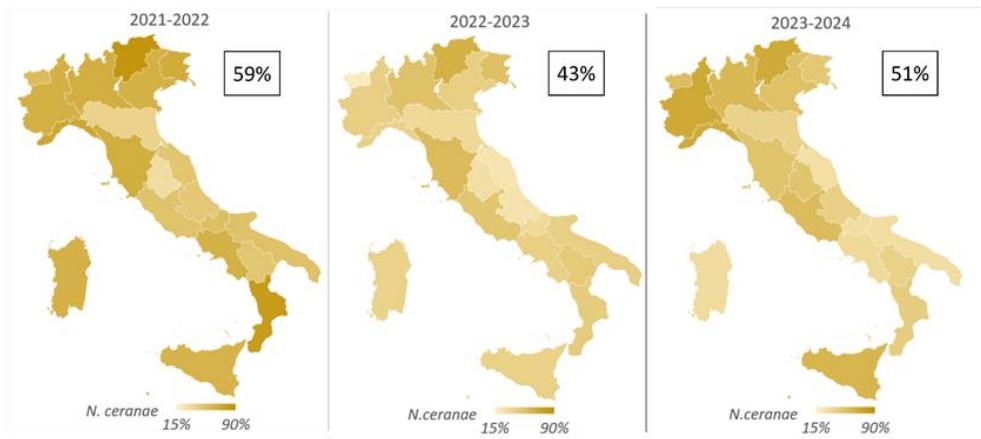
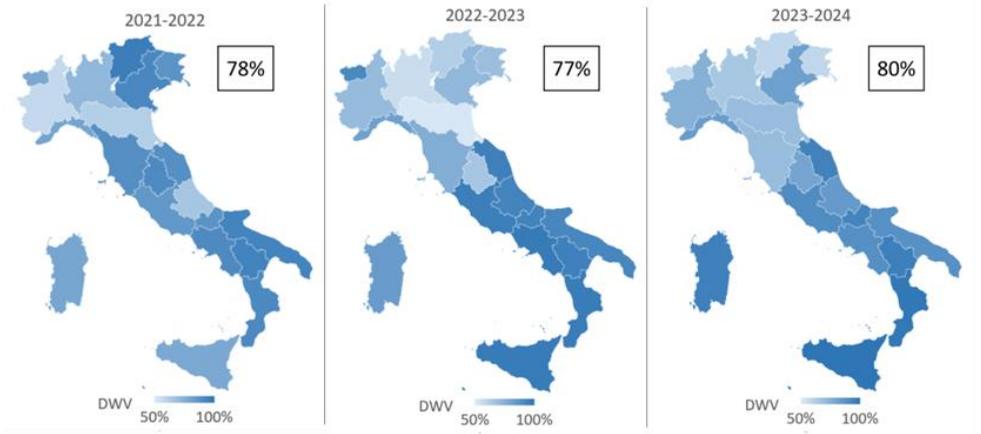
hanno confermato la presenza del DWV sia nella spermateca delle regine accoppiate, sia nell'endofallo dei fuchi, confermando la possibilità di trasmissione sessuale di questo virus. La **trasmissione verticale** avviene quando i patogeni vengono trasferiti **dalla regina alla prole**. È stato osservato che patogeni come il virus della cella reale nera (BQCV) e il DWV possono essere presenti sia nelle regine sia nelle loro uova, confermando il trasferimento diretto alle generazioni successive.

LE ANALISI BEE NET SUI PATOGENI

Nel progetto si è cercato di creare un quadro epidemiologico nazionale esaustivo, tenendo conto delle informazioni già esistenti sul territorio, dell'impatto dei diversi patogeni e della necessità di verificare la presenza di alcuni patogeni ancora poco conosciuti. Quindi mentre alcuni sono stati indagati in tre anni consecutivi, in altri casi il monitoraggio si è limitato a uno o due anni.

In totale sono stati analizzati 12.114
campioni: 3.975 nel primo anno, 4.195
nel secondo e 3.942 nel terzo.

Il patogeno rilevato con frequenza maggiore nei campioni dei tre anni è stato **DWV**, con una prevalenza media annuale del 77,9%. La prevalenza più bassa è stata registrata nel secondo anno (76,6%), mentre il numero più alto di campioni positivi è stato osservato nel terzo anno (80,0%). Il virus è risultato ampiamente diffuso in tutte le regioni italiane, con una maggiore **prevalenza nelle regioni del centro e del sud Italia**, in particolare durante i monitoraggi del secondo e terzo anno (nella pagina seguente, la serie di tre mappe in alto).



N. ceranae ha mostrato una prevalenza media annuale del 51,0%. Nel primo anno di monitoraggio è stata riscontrata la più alta prevalenza del microsporidio (59,4%), mentre la più bassa prevalenza è stata rilevata durante il secondo anno (42,7%; nella pagina precedente, la serie di tre mappe al centro). Il patogeno è stato identificato **in tutte le regioni italiane**, in assenza di tendenze evidenti. I dati di prevalenza regionale hanno oscillato tra l'85,2% in Trentino-Alto Adige durante il primo anno e il 19,4% in Valle d'Aosta nel corso del secondo anno.

CBPV ha fatto registrare una prevalenza media annuale del 61,9%. Nel primo anno la prevalenza media è stata del 56,9%, mentre nel secondo anno del 66,9%. In tutte le regioni, la prevalenza è stata **sempre alta** durante i due anni di monitoraggio (nella pagina precedente, la serie di due mappe in basso), in accordo con l'attuale tendenza all'espansione e alla perdita della tipica stagionalità del virus.

I dati ottenuti sono stati confrontati con quelli di precedenti progetti di monitoraggio (ApeNet: anni 2009 -2010; BeeNet: anni 2012 - 2014), da cui è **emerso un quadro di crescente fattore di rischio** per questo virus. La probabilità di infezione è rimasta bassa fino al 2010, poi è aumentata a partire dal 2012. Massimi valori si sono registrati nel 2022 e nella primavera 2023.

L. passim ha mostrato una prevalenza media annuale del 1,8%. La prevalenza media nazionale è risultata **più alta nel primo anno** (2,3%), quasi il doppio rispetto a quella osservata nel secondo anno (1,2%). *L. passim* è un microorganismo d'interesse emergente, per il quale abbiamo **conoscenze ancora incomplete** su ciclo biologico ed effetti patologici a livello di singola ape e di colonia. Le analisi per la ricerca degli altri tripanosomatidi, **C. mellificae** e **C. bombi**, sono risultate tutte negative.

VIRUS DELLE ALI DEFORMI (DWV)

Si manifesta con deformità alari (accartocciate o mancanti) e addome accorciato. Il virus si trasmette tramite contatti diretti e trofallassi e la diffusione viene amplificata dalla *Varroa*. Esistono tre varianti del DWV (DWV-A, DWV-B, DWV-C) con elevata plasticità e adattabilità, che possono infettare e replicare anche in altri insetti.

www.scientificbeekeeping.co.uk



Fonte immagini

VIRUS DELLA PARALISI CRONICA (CBPV)

www.scientificbeekeeping.co.uk



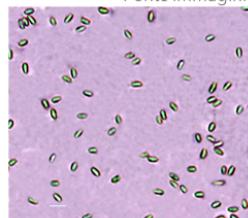
Fonte immagini

Le api colpite manifestano aspetto nerastro, glabro, lucido, oltre ad atassia, tremori e incapacità al volo. La malattia - mal di maggio o mal nero - si riscontra spesso in tarda primavera, ma sta ora perdendo la tipica stagionalità. È spesso associata a periodi piovosi, carenze nutrizionali e cattive pratiche apistiche. Il virus è riscontrabile anche in insetti non allevati.

NOSEMA CERANAE

È un parassita intracellulare obbligato che infetta le cellule epiteliali del ventricolo delle api. L'infezione può causare effetti sia individuali sia a livello di colonia, tra cui ridotta aspettativa di vita, comportamento letargico, diminuzione del foraggiamento, e spopolamento della colonia. La malattia non ha andamento stagionale e, se colta in fase precoce, può essere controllata con la somministrazione di efficaci sostanze naturali.

Fonte immagini



www.beeCulture.com

LOTMARIA PASSIM e CRITHIDIA MELLIFICA

www.beeCulture.com



Fonte immagini

Lotmaria passim

Sono tripanosomatidi che, dopo essere trasmessi per via oro-fecale, infettano l'intestino delle api mellifere alterandone comportamento e longevità. *L. passim* è il più diffuso dei due e pare ora in fase di espansione.

Allo stesso gruppo appartiene *C. bombi*, parassita dei bombi che può colpire anche le api mellifere.

VIRUS DELLA CELLA REALE NERA (BQCV)

È molto diffuso ma provoca infezioni sintomatiche solo a prepupe e pupe reali che, decomponendosi nelle celle, le rendono scure e irregolari. Non rappresenta una grave minaccia per la salute generale della colonia, ma può essere problematico negli allevamenti di api regine.

Diffuso nell'ambiente, può infettare insetti di altre specie, in particolare bombi.



www.apicolturasolidale.wordpress.com

Fonte immagini

VIRUS DELLA COVATA A SACCO (SBV)

www.beeaware.org



Fonte immagini

Colpisce soprattutto la covata che, appena opercolata, si trasforma in una massa deliquescente contenuta in un tegumento pressoché integro a forma di sacco. Se non rimosse dalle api, queste masserelle si disidratano in scaglie brunastre e facilmente staccabili. Le api sono asintomatiche, ma possono subire una riduzione di longevità. Le nutrici sono il principale veicolo d'infezione delle larve.

VIRUS DELLA PARALISI ACUTA (ABPV)

È il principale del complesso AKI, di cui fa parte con gli affini virus Kashmir delle api (KBV) e virus israeliano della paralisi acuta (IAPV). L'infezione è spesso asintomatica, ma nelle api colpite può provocare tremori addominali, paralisi progressiva e riduzione di longevità. Come per il KBV, ABPV può infettare tutti gli individui della colonia ed essere favorito dalla *Varroa*.

Fonte immagini



www.idtools.org

IL FUNGO *ASCOSPHAERA APIS*

www.forestryimages.org



Fonte immagini

È un fungo parassita delle larve il cui corpo, dopo l'ingestione delle spore, è colonizzato dal micelio che lo trasforma in una massa gessosa (covata calcificata). Manca una marcata stagionalità, ma l'infezione è associata a periodi piovosi, termicamente irregolari e carenti di polline.



A. apis ha fatto registrare **un solo caso positivo** in Friuli-Venezia Giulia. La scarsa prevalenza rilevata di questo fungo patogeno potrebbe essere legata al suo ciclo biologico, che prevede primariamente l'infezione della covata trasmessa da parte delle api nutrici (generalmente api giovani), mentre nell'ambito del progetto sono state campionate api più vecchie.

Per quanto riguarda gli altri patogeni, ricercati in una sola delle annate progettuali, il **BQCV** è stato riscontrato con maggiore frequenza (77,6%). Tale virus è risultato maggiormente prevalente in alcune regioni dell'**Italia settentrionale** ed in **Sicilia**. Invece **ABPV** è stato identificato nel 16,5% dei campioni analizzati, mentre il **KBV** solo nello 0,67%. La più alta prevalenza di ABPV è stata riscontrata in alcune regioni del nord Italia, mentre il KBV è stato ritrovato in varie regioni, senza una chiara tendenza geografica. Infine, il **SBV** ha mostrato una prevalenza media annuale dell'8,2%. Sebbene il SBV sia principalmente legato alla covata, i risultati ottenuti ne sottolineano la **presenza anche sulle api adulte**, probabilmente in ragione della loro funzione di vettrici.

I patogeni che infettano gli alveari hanno un possibile impatto anche sulla salute degli impollinatori selvatici. Seguendo un approccio One-Health, le attività di ricerca della rete di monitoraggio apistico e quella delle api selvatiche si sono unite per valutare la trasmissione di patogeni negli apoidei selvatici campionati nelle undici regioni interessate dal monitoraggio di questi ultimi. Sono stati analizzati campioni appartenenti a **39 generi di apoidei selvatici**. Un totale di 2307 individui sui 3.372 è risultato positivo ad almeno un patogeno (68,4%; vedere tabella nella pagina seguente). I **cinque patogeni prevalenti** sono stati DWV (51,5%), BQCV (26,6%), *N. ceranae* (22,7%), CBPV (16%) e ABPV (12,1%), mentre prevalenze più basse sono state rilevate per *L. passim*, KBV, *C. bombi* e *A. apis*.

Genere	Presenza patogeno	Genere	Presenza patogeno
<i>Amegilla</i>		<i>Icteranthidium</i>	
<i>Andrena</i>		<i>Lasioglossum</i>	
<i>Anthidiellum</i>		<i>Lithurgus</i>	
<i>Anthidium</i>		<i>Megachile</i>	
<i>Anthophora</i>		<i>Nomada</i>	
<i>Apis</i>		<i>Nomiapis</i>	
<i>Bombus</i>		<i>Nomioides</i>	
<i>Ceratina</i>		<i>Osmia</i>	
<i>Chelostoma</i>		<i>Panurgus</i>	
<i>Coelioxys</i>		<i>Pasites</i>	
<i>Colletes</i>		<i>Pseudoanthidium</i>	
<i>Dasygoda</i>		<i>Rhodanthidium</i>	
<i>Epeolus</i>		<i>Seladonia</i>	
<i>Eucera</i>		<i>Sphecodes</i>	
<i>Habropoda</i>		<i>Stelis</i>	
<i>Halictus</i>		<i>Tetralonia</i>	
<i>Heriades</i>		<i>Thyreus</i>	
<i>Hoplitis</i>		<i>Trachusa</i>	
<i>Hylaeus</i>		<i>Xylocopa</i>	

A. *Apis* ABPV BQCV C. *bombi* CBPV DWV KBV L. *passim* N. *ceranae*

Questo studio ha fornito informazioni importanti nell'epidemiologia dei patogeni e nella loro **circolazione tra api allevate e api selvatiche**. Pertanto, monitorare i patogeni delle api non è solo una necessità tecnica, ma una responsabilità collettiva per garantire la **sostenibilità dell'apicoltura italiana**, la **salute degli ecosistemi** e la **sicurezza alimentare**.

GESTIRE LE PATOLOGIE ATTRAVERSO LE BUONE PRATICHE APISTICHE

Gli **apicoltori** svolgono una **funzione chiave** nella salvaguardia dell'ambiente: la cura e la gestione responsabile delle colonie di *Apis mellifera* possono infatti contribuire, in modo più o meno



indiretto, a preservare le popolazioni di api selvatiche, mitigando il rischio di trasmissione di patogeni e sostenendo l'equilibrio naturale degli ecosistemi. I risultati del progetto BeeNet hanno confermato la notevole diffusione di patogeni comuni alle colonie di api mellifere allevate e alle popolazioni di api selvatiche, nonostante le differenze comportamentali e di habitat ne giustificino sovrapposizioni solo parziali. È infatti stata evidenziata la **vulnerabilità delle api selvatiche** a minacce che in precedenza si ritenevano circoscritte ad *Apis mellifera*, mettendo in luce la **plasticità di patogeni** in grado di diffondersi attraverso le barriere ecologiche tra specie diverse. Questo fenomeno, se non adeguatamente gestito, rischia di compromettere la salute di specie fondamentali per la biodiversità e per servizi ecosistemici come l'impollinazione.

Le **buone pratiche apistiche (GBPs, Good Beekeeping Practices)** sono fondamentali per prevenire e controllare la diffusione delle malattie. L'apicoltore riveste un ruolo cruciale in questo processo, che dev'essere supportato dagli enti di ricerca, dalle istituzioni sanitarie e dalle associazioni apistiche. Le pratiche di biosicurezza sono essenziali per il controllo delle malattie in ogni settore zootecnico e le GBPs costituiscono il nucleo delle **misure di biosicurezza nell'apicoltura (BMB, Biosecurity Measures in Beekeeping)**. Queste includono tutte le azioni che gli apicoltori dovrebbero adottare per prevenire e controllare la diffusione delle malattie nelle colonie allevate. Una corretta applicazione di tali misure può ridurre al minimo la trasmissione delle malattie a livello di apiario, garantendo una maggiore salute e sostenibilità delle colonie. Le BMB rappresentano il **principale strumento di controllo** della diffusione di virus trasmessi da *Varroa* come DWV, ABPV, KBV e IAPV. È fondamentale trattare le colonie adottando un approccio di **gestione integrata dei parassiti (IPM)**. Tutte le colonie di un apiario e quelle situate nella stessa area devono essere trattate contemporaneamente per garantire una gestione uniforme e ridurre il rischio di re-infestazione.

Contrariamente ad altri settori agrozootecnici, l'apicoltura può avvalersi di **sostanze di origine naturale** a basso impatto più efficaci ed economiche rispetto a quelle di sintesi. Esse sono inoltre meno inclini a generare ceppi di patogeni farmacoresistenti. È consigliabile quindi privilegiare l'uso di composti naturali rispetto a quelli chimici. Infine, è essenziale trattare in assenza di covata con acaricidi gli sciami raccolti di recente, oltre a sottoporli ad un periodo di quarantena per valutare la presenza eventuale di manifestazioni patologiche prima di integrarli nell'apiario.

Per gestire efficacemente le altre malattie delle api, è necessario considerare una serie di fattori fondamentali. È **indispensabile disinfettare** accuratamente l'attrezzatura apistica dopo la visita a una colonia che presenti manifestazioni cliniche note o sospette per prevenire la diffusione di agenti patogeni. Un'attenzione particolare deve essere rivolta all'allevamento delle regine: è consigliabile mantenere in apiario solo **regine giovani** che possano sostenere colonie forti e resistenti. La **regolare sostituzione dei favi vecchi** favorirà inoltre la riduzione del livello dei patogeni. L'adozione di **pascoli polifiti** è un aspetto cruciale, poiché favorisce l'accesso delle api ad un'alimentazione correttamente variata; in caso di necessità, è opportuno **integrare l'alimentazione in autunno e primavera**, soprattutto durante periodi di eccessiva piovosità o scarsa importazione. È importante anche limitare il numero di colonie presenti in pascoli poco abbondanti, per **ridurre la competizione** per le risorse e contenere il rischio di trasmissione di patogeni. Infine, è essenziale evitare di lasciare favi contaminati e prodotti dell'alveare in luoghi accessibili alle api, che alimenterebbero il **saccheggio**, favorendo il rischio di diffusione dei patogeni.

Un attento approccio sistematico e mirato al monitoraggio dei patogeni delle api da parte dell'apicoltore è essenziale per garantire la salute degli alveari e diminuire la diffusione ambientale, soprattutto nell'ottica di un **approccio One-Health** per la salute degli impollinatori. L'implementazione di una gestione sostenibile



e la promozione della **formazione degli apicoltori**, attraverso corsi tenuti da istituzioni sanitarie ed enti di ricerca, rappresentano le chiavi per un'apicoltura più attenta e dinamica verso le numerose problematiche attuali.

GESTIRE LE PATOLOGIE ATTRAVERSO UNA LEGISLAZIONE AGGIORNATA

Per garantire uno sviluppo sostenibile e la protezione del settore apistico, è **essenziale** adottare una **legislazione aggiornata** che regolamenti adeguatamente l'apicoltura, tenendo conto delle **minacce emergenti** e delle nuove problematiche. A questo fine, **gruppi di lavoro specifici** possono rappresentare uno strumento fondamentale per raccogliere e analizzare le esigenze del settore, contribuendo a sviluppare strategie di intervento mirate ed efficaci. Un altro aspetto cruciale è la **sensibilizzazione del settore agricolo** sull'importanza delle api, sia allevate sia selvatiche, non solo per il ruolo che svolgono nell'impollinazione delle colture, ma anche per il loro contributo alla salvaguardia della biodiversità e dell'ecosistema. Promuovere una maggiore consapevolezza del loro valore è indispensabile per garantire un equilibrio ambientale e produttivo. Infine, stabilire relazioni internazionali con scienziati specializzati in apicoltura e con autorità competenti permetterebbe di favorire la condivisione di conoscenze, esperienze e risorse, strumenti fondamentali per affrontare le sfide globali che il settore si trova ad affrontare.

Icona di adriansyah @freepik & popcornarts @freepik. Modificata.



L'ALVEARE DIVENTA TECNOLOGICO

Il monitoraggio sistematico dell'attività e della salute delle colonie di api è da tempo un tema di vivo interesse sia per gli apicoltori sia per i ricercatori, in relazione a diversi obiettivi, come la gestione razionale degli apiari e l'impiego delle api come indicatori biologici dell'ambiente o della presenza di patogeni.

L'innovazione tecnologica nel campo dell'elettronica e del digitale ha reso disponibili strumenti sensoristici relativamente economici, di pratico utilizzo e accurati, in grado di trasmettere dati mediante la rete internet. Si sono così diffusi in apicoltura dispositivi a tecnologia digitale che, applicati agli alveari, consentono il monitoraggio automatico dello stato di attività, sviluppo e salute delle colonie di api. Questo avviene mediante la misurazione di diversi parametri ad opera di **un sistema tecnologico** composto essenzialmente da una **bilancia** e da un insieme di **sensori** che rilevano variabili come temperatura, umidità relativa, segnali sonori e attività di volo delle api. L'arnia così attrezzata è comunemente conosciuta come "**arnia tecnologica**". I risultati delle misurazioni vengono trasmessi ad un cloud tramite la rete internet, diventando così accessibili da remoto per l'utente, per mezzo di una interfaccia grafica. Si tratta in definitiva di una applicazione che segue l'approccio della tecnologia IoT (Internet of Things).

La complessità di questi sistemi è variabile. Le soluzioni più semplici, dove la bilancia è l'elemento più importante, sono **indirizzate** ad un'utenza costituita da **produttori apistici**, interessati a migliorare la gestione degli apiari monitorando a distanza le variazioni di peso degli alveari, raccogliendo così informazioni predittive sull'andamento del raccolto e lo sviluppo delle colonie, riducendo la necessità di visite di controllo in campo.

Soluzioni più avanzate e articolate come componentistica sono generalmente destinate a **progetti di ricerca**. I parametri oggetto di misurazione possono essere diversi: **peso** dell'alveare,



temperatura, umidità relativa, gas respiratori, vibrazioni e segnali sonori all'interno del nido, **numero di api** in entrata e in uscita durante le ore di volo. L'installazione eventuale di una **centralina meteorologica** permette di delineare un profilo climatico a livello di postazione (temperatura, umidità, intensità luminosa, piovosità, vento).

Nel progetto BeeNet, si è scelto di integrare i **metodi tradizionali** di indagine (ispezioni visive, campionamenti ed analisi chimiche / diagnostiche) **con** l'impiego di **arnie tecnologiche**, i cui vantaggi sono così sintetizzabili:

- la misurazione strumentale consente un monitoraggio automatico e continuo delle colonie, in maniera non invasiva, evitando le limitazioni legate alle ispezioni e ai test effettuati da operatori: effetto del disturbo provocato sulla colonia di api, variabilità di errore delle misure, possibilità di eseguire solo verifiche intermittenti;
- i dati sono trasmessi tramite internet all'utente, che accede quindi all'informazione in tempo reale da remoto;
- i dispositivi rilevano in modo continuativo una grande quantità di dati, anche per più stagioni, consentendo analisi efficaci e significative sul comportamento delle colonie in rapporto ai diversi ambienti di produzione.

QUALE SISTEMA TECNOLOGICO? LA PROVA PILOTA

In fase preliminare del progetto, si poneva il problema di scelta della **tipologia di dispositivi tecnologici** e del **numero di alveari** da equipaggiare, nell'ottica di una ottimizzazione delle risorse disponibili. Alcuni criteri di base hanno ispirato le scelte successive. Innanzitutto, si è deciso di attrezzare con arnie tecnologiche almeno



il **30% delle stazioni di monitoraggio**, interessando 3 alveari ciascuna, in modo da garantire la rappresentatività statistica dei risultati relativi alla singola postazione. Inoltre, considerando l'elevato numero di dispositivi da affidare ai tecnici e agli apicoltori della rete BeeNet, si rendeva opportuno che gli strumenti tecnologici fossero per quanto possibile di semplice e rapida installazione, oltre che pratici nell'utilizzo. Altri requisiti di carattere tecnico riguardavano gli strumenti sensoristici, che dovevano essere accurati nelle misurazioni e non impattanti sull'attività delle colonie di api.

Per scegliere il modello di arnia tecnologica più confacente alle necessità del progetto BeeNet è stata condotta **una prova comparativa** fra tre tipologie di dispositivi, corrispondenti a **prodotti diffusi sul mercato**. L'esperienza è stata realizzata distribuendo i sistemi in diversi apiari del territorio regionale, equipaggiando in ogni postazione tre arnie per ciascuno di essi.

I tre modelli di arnia tecnologica messi a confronto, pur condividendo gli stessi principi fondamentali, differivano per alcuni aspetti, riguardanti anche la dotazione sensoristica.

La trasmissione via internet dei dati poteva avvenire, secondo il tipo di sistema, direttamente dalla singola arnia tecnologica, oppure da un insieme di arnie tramite un gateway. Per tutti i modelli, la ditta forniva l'accesso ad una piattaforma software residente in internet cloud, utile per la consultazione in tempo reale dei dati, esposta in forma grafica user-friendly.

La prova preliminare ci ha consentito di valutare i sistemi tecnologici in condizioni di piena operatività e di scegliere quello più adatto per l'impiego nella rete nazionale di monitoraggio. Particolare attenzione è stata rivolta ai componenti sensoristici, valutando la loro **affidabilità in termini di precisione delle misure**, nonché l'effettiva **rilevanza rispetto agli obiettivi del progetto BeeNet**.

Dopo attente osservazioni, abbiamo individuato nel peso e nella temperatura i parametri più significativi ai fini del

monitoraggio ambientale con gli alveari; di conseguenza, **bilancia e sonde di temperatura** sono state le **componenti essenziali** dell'apparato sensoristico, mentre altri elementi sono stati trascurati come nel caso del dispositivo conta-voli.

Questo strumento, applicato all'ingresso dell'alveare (in foto, pagina successiva) esegue il conteggio delle api che escono o entrano attraverso appositi fori. La tecnologia alla base del funzionamento cambia secondo il modello: di tipo ottico con fotocellula; per contatto elettrostatico; mediante fotocamera e riconoscimento dell'immagine. Il dispositivo consente la stima dell'**intensità di volo della colonia di api** e delle sue variazioni durante la giornata; inoltre, il bilancio numerico tra api in uscita e api in entrata offre, almeno in via teorica, la possibilità di valutare la **perdita giornaliera di api**. In realtà, dalle nostre valutazioni è emerso che **la precisione del conta-voli non è sufficiente** per ottenere risultati significativi in merito alla mortalità giornaliera. Altra limitazione consiste nel fatto che **il dispositivo intralcia l'attività di volo delle api**, soprattutto durante i periodi di intenso traffico, ostacolando, inoltre, la normale ventilazione come anche la dispersione di calore mediante l'espansione del glomere verso l'esterno (formazione delle cosiddette barbe nel periodo caldo).

Di seguito entriamo nel merito dei dispositivi di monitoraggio e di alcune esperienze nella loro applicazione.

LA SONDA TERMICA

La **temperatura** è un **fattore critico** per lo sviluppo della colonia di api, esprimendone lo stato di salute, di forza e di attività. In aggiunta, rappresenta **un indicatore significativo della presenza della covata** all'interno dell'alveare, dato che le api mantengono questa in un range di temperatura costante, tra i 32 e i 36°C. I dispositivi tecnologici di monitoraggio reperibili in commercio includono una singola sonda da posizionare al centro del glomere. Tuttavia, l'informazione che restituisce è limitata ad



una ristretta zona dell'alveare e nulla dice circa le dimensioni della zona occupata da api e, soprattutto, da covata.

Per questo motivo, per massimizzare l'utilità informativa della sonda termica, **abbiamo progettato e fatto realizzare** dalle ditte fornitrici dei dispositivi tecnologici **una sonda comprensiva di 5 sensori**, da inserire negli spazi interfavo, in modo da rilevare la temperatura da una estremità all'altra del nido, monitorando così le espansioni o le contrazioni del glomere e della covata. La sonda è costituita da una barra orizzontale portante i 5 sensori verticali e per questa forma l'abbiamo **definita sonda a "pettine"** (in foto).



Dispositivi conta-voli con diverse soluzioni



Sonda termica a "pettine" e sua collocazione

LA BILANCIA

Componente fondamentale dell'arnia tecnologica, la bilancia registra in continuo le **variazioni di peso**, giornaliere o stagionali, che corrispondono alle **importazioni di nettare**, ma che riflettono anche le **dinamiche della popolazione** di api presente all'interno dell'alveare.

Per l'uso nel progetto BeeNet, si è optato per la bilancia compresa nel **sistema "Hive Tech"** prodotto dalla ditta 3Bee, dotata di quattro celle di carico e formata da due barre separate



collegate con un cavo, leggere e di agevole collocazione sotto all'alveare (vedere foto esplicativa). Inoltre, il corpo della bilancia integra la batteria tampone, la centralina elettronica di raccolta e trasmissione dei dati (tramite antenna e modulo 2G GSM/GPRS) e un

localizzatore GPS. Alla bilancia si collegano la sonda termica interna e il pannello fotovoltaico posizionato sul tetto dell'arnia. Completano il corredo strumentale un sensore di temperatura / umidità esterne e un sensore di intensità luminosa, incorporati anch'essi nelle barre della bilancia.

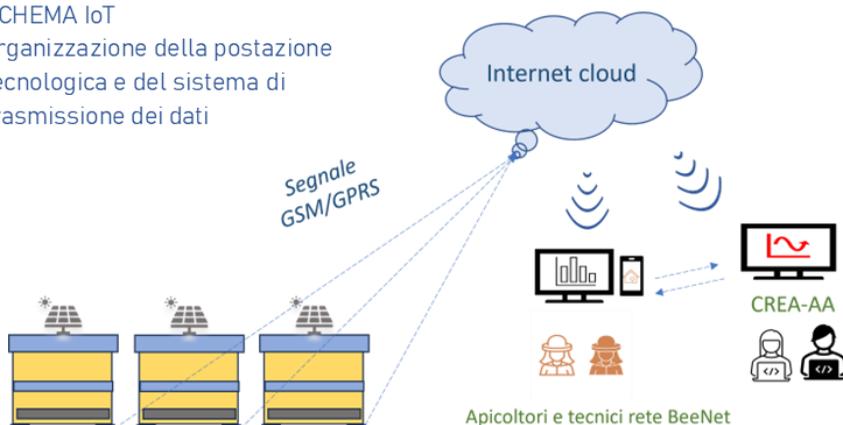
DISTRIBUZIONE NELLA RETE BEE NET

I dispositivi tecnologici scelti sono stati uniformemente distribuiti **in 100 postazioni BeeNet**, coprendo circa il 30% della rete nazionale, equipaggiando, per ciascun apiario, tre dei cinque alveari oggetto di monitoraggio. La figura nella pagina successiva rappresenta in maniera semplice come é organizzata la postazione tecnologica e come si connette a internet secondo un **tipico schema IoT** (internet of things). Ogni alveare, geolocalizzato mediante antenna GPS, trasmette i dati rilevati dai sensori al cloud internet, che comunica ai dispositivi digitali degli utenti

informazioni in forma numerica e grafica. Il CREA riceve nel proprio cloud i file contenenti i risultati grezzi delle misurazioni. Questi vengono analizzati mediante Python (software idoneo al trattamento di grandi volumi di dati), quindi elaborati in relazione alle variabili ambientali di influenza riconosciute nel progetto BeeNet, nonché in rapporto con i risultati delle verifiche eseguite in campo con i metodi tradizionali e con gli esiti dei controlli analitici e diagnostici sui campioni periodicamente prelevati dagli alveari.

SCHEMA IoT

organizzazione della postazione tecnologica e del sistema di trasmissione dei dati



TEMPERATURA E QUANTITÀ DI COVATA

Per la valutazione della **consistenza numerica, ossia forza, della colonia di api**, il metodo più diffuso nella pratica si basa sulla stima visiva della superficie dei favi occupata dalle api o dalla covata. Questa procedura, che si rifà al metodo svizzero Liebefeld, è chiaramente laboriosa e dispendiosa oltre che in una certa misura inaccurata.

Da qui nasce l'interesse per una soluzione tecnologica, nell'assunto che la temperatura interna sia un **indicatore attendibile** della forza della colonia e in particolare dell'estensione della covata. La sonda a pettine dotata di 5 sensori inseriti negli

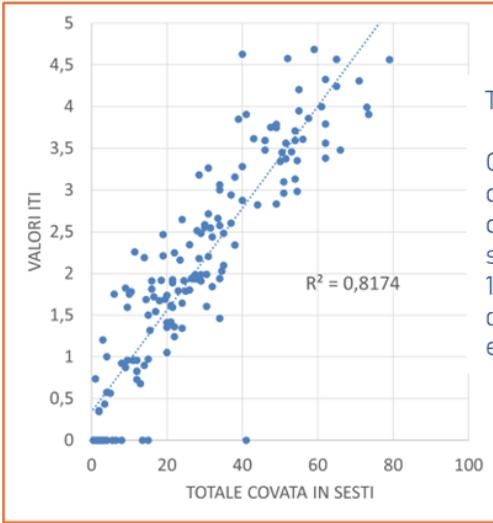
spazi interfavo, già descritta in precedenza, consente di monitorare con sufficiente precisione la temperatura nelle zone centrali e periferiche del nido, con un funzionamento automatico e continuo. **Abbiamo verificato la correlazione** tra la quantità di covata rilevata da un operatore con metodo visivo tradizionale e le temperature misurate dai sensori. Per fare questo si è reso necessario esprimere le misure di temperatura dei cinque sensori mediante un unico indice, "ITI", calcolato tenendo conto delle differenze tra i valori interni all'alveare e la temperatura esterna (pagina successiva, figura in alto).

La correlazione tra le due variabili è risultata **soddisfacente** consentendoci di proporre la temperatura misurata con **questo tipo di sonda** come un **valido indicatore della quantità di covata nell'alveare**, da utilizzare per monitorare efficacemente il grado di sviluppo della colonia, sia nel campo della ricerca sia nella gestione dell'azienda apistica.

SEGNALAZIONE DI ANOMALIE

L'arnia tecnologica fornisce dati costantemente e in tempo reale, permettendo, tra l'altro, il **monitoraggio di situazioni critiche** connesse alle condizioni climatiche.

È la situazione che si è verificata in una postazione situata in Calabria, in concomitanza di un periodo eccezionalmente caldo, con temperature di oltre 2°C sopra la media durante la stagione estiva. Verso la fine del mese di luglio, dopo la rimozione dei melari, la bilancia ha registrato una **improvvisa e ingiustificata perdita di peso** dell'alveare (pagina successiva, figura al centro). Contestualmente la sonda termica ha rilevato un **innalzamento anomalo** della temperatura interna. L'ipotesi più probabile è che l'aumento delle temperature al di sopra la media unitamente ad una errata gestione apistica abbiano causato l'**abbandono dell'arnia** da parte delle api e la conseguente morte della covata.

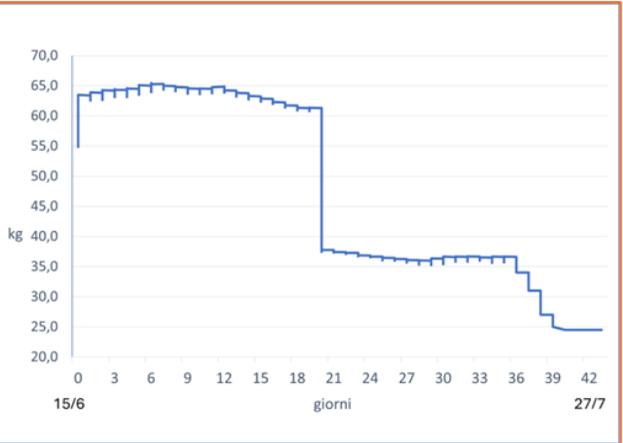


TEMPERATURA E COVATA

Correlazione tra quantità di covata stimata visivamente come estensione della superficie (unità di misura = 1/6 dell'area di una facciata di favo occupata da covata) e l'indice ITI

ANOMALIE

A fine luglio la bilancia digitale registra un repentino calo di peso



ATTIVITÀ DI BOTTINAMENTO

Variazione del peso di un alveare nell'arco una stagione apistica. Si notano i periodi di raccolto cui segue la rimozione di melari



LA BILANCIA E L'ATTIVITÀ DI BOTTINAMENTO

Molti apicoltori hanno dimestichezza con l'utilizzo della bilancia per monitorare da remoto **il raccolto e il consumo di una colonia**, ottimizzando la gestione apistica, soprattutto durante la stagione produttiva (pagina precedente, figura in basso). Sono diverse le informazioni strategiche che si possono ricavare dal controllo delle variazioni di peso dell'alveare, a livello giornaliero come stagionale.

Il grafico sottostante si riporta il peso di un alveare durante un periodo di 30 giorni nella stagione primaverile. Ciò che si osserva è un **profilo a dente di sega** della curva, che in questa fase di raccolto tende a crescere giorno dopo giorno. In dettaglio, **il punto più alto del dente corrisponde al momento serale** in cui tutte le bottinatrici sono rientrate e il carico di nettare giornaliero è stato completato. Segue un decremento del peso dovuto in prevalenza al processo di deumidificazione del miele. Al sorgere del sole la fuoriuscita delle bottinatrici determina un ulteriore calo del peso, al quale segue un costante incremento con il nettare importato durante il giorno.

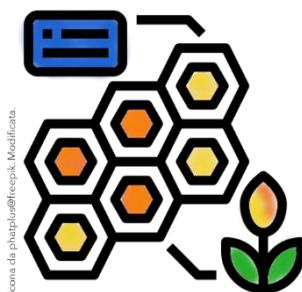


L'APICOLTURA DI PRECISIONE

L'innovazione tecnologica assume ruolo essenziale per il settore apistico nell'affrontare la sfida di un'apicoltura produttiva e allo stesso tempo sostenibile, che le problematiche emergenti impongono. L'agricoltura intensiva, la perdita di risorse, l'inquinamento, la diffusione di nuovi parassiti e predatori, il cambiamento climatico sono i fattori che mettono in seria crisi l'apicoltura, perché impattano negativamente sulle popolazioni delle api da miele e più in generale degli apoidei impollinatori portando alla riduzione della biodiversità e al declino dell'ecosistema.

Mantenere colonie forti e sane diventa quindi cruciale per gli apicoltori e gli strumenti tecnologici oggi disponibili aiutano a impostare nuove strategie aziendali basate sulla tecnologia dell'informazione per acquisire dati che portino a decisioni finalizzate alla produzione. **Il monitoraggio automatico**

degli alveari mediante la sensoristica e **l'impiego della rete internet** per la trasmissione delle informazioni in tempo reale (IoT - Internet of Things) sono le tecnologie che **proiettano l'apicoltura nella cosiddetta agricoltura di precisione**. L'integrazione di questi sussidi tecnologici, con le potenzialità offerte dall'intelligenza artificiale, sta orientando lo sviluppo di softwares di supporto alle decisioni (DSS). Questo avviene mediante l'aumento dell'efficacia dell'analisi dei dati, aiutando le aziende a prendere **decisioni strategiche** di fronte a problemi incontrati nella conduzione degli apiari in un contesto ambientale sempre più difficile.



Icona da pixaplusthemes.it, modificata.

OLTRE L'APE MELLIFERA: PERCHÉ LE API SELVATICHE CONTANO DAVVERO

Chi percorre i campi agricoli o si avventura in un ambiente naturale è testimone, anche inconsapevole, di un cambiamento che interessa tutti. L'uomo, attraverso decenni di sfruttamento intensivo del suolo, l'uso indiscriminato di fitofarmaci e la perdita progressiva di habitat naturali, ha reso l'ambiente sempre più inospitale per molte specie, incluse quelle indispensabili per l'equilibrio degli ecosistemi come le api selvatiche. Ma cosa ci racconta l'assenza di brusio che domina oggi i campi? Per noi ricercatori è una traccia da seguire, un effetto tangibile da cui partire per indagare lo stato di salute dei territori agricoli e naturali. Le **api selvatiche**, con la loro presenza o assenza, rappresentano un **termometro ecologico**. Ogni specie porta con sé un ruolo e un valore ecologico unico, un indizio che ci aiuta a comprendere come stanno cambiando i nostri paesaggi e come possiamo proteggerli.

Attraverso la misurazione della quantità di individui e l'analisi della qualità delle comunità – cioè la diversità delle specie presenti e il loro valore ecologico – nel progetto BeeNet ci siamo posti l'obiettivo di creare un quadro chiaro dello stato di salute dei luoghi monitorati. Questo capitolo è dedicato a raccontare cosa abbiamo trovato: quante api selvatiche abbiamo incontrato, quali specie popolano ancora i nostri campi. Abbiamo prodotto numeri, mappe e risultati, ma soprattutto il significato dietro questi dati, affinché diventino uno strumento per agire, per riflettere e per cambiare il corso delle cose.

Per ottenere risultati scientifici validi e significativi, ci siamo trovati ad affrontare una serie di ostacoli e sfide complesse, molte delle quali hanno richiesto un approccio innovativo e una collaborazione interdisciplinare.

Uno dei problemi principali risiede nella profonda **mancanza di conoscenze dettagliate** su molte delle specie di api selvatiche. Attualmente, le informazioni disponibili sulla biologia di queste specie, inclusi i loro cicli vitali, le relazioni ecologiche con le piante, i nemici naturali e le pressioni esercitate dai paesaggi agricoli e dalle attività umane, sono soddisfacenti per appena il 10% circa delle specie conosciute. Sebbene negli ultimi quindici anni siano stati compiuti progressi significativi grazie a iniziative di ricerca su scala europea, questi sforzi non sono ancora sufficienti per colmare pienamente le lacune esistenti. Ogni nuova osservazione, ogni dato raccolto rappresenta quindi un **tassello prezioso** per completare il mosaico della conoscenza, ma c'è ancora molto da fare.

Un altro grande ostacolo è rappresentato dalla necessità di garantire che i **dati** raccolti sul territorio siano **coerenti e comparabili**. I campionamenti puntiformi effettuati in diverse aree dell'Italia, pur essendo fondamentali per documentare la biodiversità locale, rischiano di perdere parte del loro valore se non sono inseriti in un quadro metodologico condiviso e standardizzato, armonizzati a livello nazionale ed europeo.

I ricercatori del CREA collaborano attivamente con la comunità scientifica internazionale, adottando **protocolli** condivisi e allineando i **metodi di monitoraggio**. Questi sforzi non solo garantiscono la qualità e la rilevanza dei dati raccolti, ma rafforzano anche il ruolo dell'Italia come punto di riferimento nella ricerca sugli impollinatori.

PROTOCOLLO

SCELTA DEL SITO

decidere la tipologia di ambiente; identificare il sito da monitorare attraverso mappe e perlustrazioni; definirne i limiti spaziali

LAVORO DI CAMPO

calendariizzare uscite regolari; catturare esemplari di apoidei in volo e sui fiori; registrare informazioni locali (meteo, peculiarità osservate)

LAVORO DI LABORATORIO

mantenimento e preparazione degli esemplari raccolti per facilitarne l'identificazione

IDENTIFICAZIONE DEGLI ESEMPLARI

attraverso chiavi di riconoscimento e aiuto da tassonomi esperti

DIGITALIZZAZIONE

trasferimento ed organizzazione di tutte le informazioni relative ad ogni cattura



Conoscere quali protocolli utilizzare non è sufficiente. La teoria, per quanto fondamentale, deve essere accompagnata da una solida **pratica sul campo**. Le squadre di rilevatori, composte da giovani ricercatori e tecnici esperti, si sono trovate di fronte a situazioni complesse e diversificate, che hanno richiesto flessibilità, competenze tecniche e una capacità di problem-solving costante. Ogni ambiente indagato ha presentato le sue peculiarità: **condizioni climatiche** variabili, **difficoltà logistiche** legate al raggiungimento dei siti di campionamento, e **pressioni antropiche** diverse. Per garantire che tutti gli operatori affrontassero queste situazioni in modo coerente e uniforme, abbiamo investito notevoli risorse nella formazione. Questa ha riguardato non solo l'applicazione dei protocolli, ma anche la gestione delle criticità: cosa fare, ad esempio, se un sito di campionamento si rivela inaccessibile? Come reagire quando le condizioni meteorologiche rendono difficile il lavoro? Quali accorgimenti adottare per garantire che ogni esemplare raccolto venga conservato correttamente fino all'analisi in laboratorio? Oltre alla formazione iniziale, abbiamo messo in atto un **sistema rigoroso** di "controlli di qualità". Ogni attività di campo è stata monitorata costantemente per verificare che i protocolli venissero applicati in **modo uniforme**. Ciò ha incluso verifiche incrociate tra i dati raccolti da diverse squadre, sopralluoghi nei siti di campionamento per osservare direttamente le operazioni e sessioni di feedback per identificare potenziali miglioramenti.

Un'altra sfida cruciale, che si è delineata con forza man mano che il progetto avanzava, è stata rappresentata dal **flusso di lavoro**. L'intensa attività di campionamento ha prodotto una mole considerevole di esemplari da preparare, catalogare, conservare. Nel progetto BeeNet abbiamo da subito dedicato tempo e spazio alla progettazione di un **workflow ben strutturato e gestito** nel tempo, controllando risorse di spazio, di personale e di strumenti. L'intero processo di laboratorio è stato attentamente strutturato in diverse fasi. La prima fase ha riguardato la **preparazione** degli esemplari, che includeva la pulizia, il montaggio e la conservazione



in condizioni ottimali per evitare deterioramenti. Ogni dettaglio è stato curato con meticolosità: le ali, i peli e i caratteri morfologici distintivi delle api sono stati preservati in modo da permettere un'identificazione accurata. Successivamente, l'**identificazione**, ha rappresentato una delle attività più complesse e impegnative. Raggiungere il livello tassonomico di specie per ogni individuo ha richiesto un elevato livello di competenza e attenzione, soprattutto considerando la somiglianza tra alcune specie e la necessità di utilizzare strumenti ottici avanzati per esaminare dettagli microscopici. Per facilitare questa operazione, ci siamo avvalsi di chiavi dicotomiche aggiornate, basate sulle ultime pubblicazioni scientifiche, e abbiamo confrontato i nostri risultati con **collezioni di riferimento**, una risorsa inestimabile per confermare le identificazioni. Infine, la **registrazione dei dati** in un database standardizzato. Quest'ultima fase, non meno importante, è stata quella di assicurare una **conservazione** a lungo termine dello sforzo perpetrato durante il progetto: gli esemplari raccolti non rappresentano solo il risultato del progetto BeeNet, ma saranno anche una risorsa preziosa per future ricerche. Organizzare e mantenere queste collezioni ha richiesto anche una pianificazione che tenesse conto di necessità di spazio e condizioni ambientali ottimali per preservare il materiale biologico. IL **CREA Agricoltura ed Ambiente**, nel suo Laboratorio di Entomologia (sede di Bologna), ospita la **Collezione di Riferimento**.

DOVE ABBIAMO MONITORATO LE API SELVATICHE

L'obiettivo principale è stato confrontare due situazioni diametralmente opposte: da un lato, **agroecosistemi** caratterizzati da un **uso intensivo del suolo**, spesso al limite del degrado ambientale; dall'altro, **agroecosistemi** situati **in aree protette**, dove l'attività umana è meno impattante. Questa scelta metodologica, mirata a esplorare gli estremi dello spettro, è stata

pensata per massimizzare le possibilità di identificare differenze significative tra i due tipi di ambiente. Confrontare due poli distinti permette di delineare con maggiore precisione a che punto di degrado si trovano i paesaggi agricoli rispetto a un ideale di sostenibilità ambientale (quella possibilmente presente nelle aree protette).

SITI IN AREE PROTETTE

questa scelta ha permesso
a) di verificare l'influenza di
diverse gestioni agricole;
b) di aumentare le conoscenze in
aree con un intrinseco valore
scientifico e conservativo

Le aree protette, infatti, non solo rappresentano uno standard di riferimento per valutare lo stato di salute delle comunità biologiche, ma sono anche luoghi in cui il censimento delle specie presenti assume un valore strategico.

Un ulteriore elemento di riflessione riguarda l'approccio adottato per il campionamento. I **metodi** utilizzati, progettati con la massima attenzione, sono stati **calibrati** per garantire che il prelievo degli esemplari fosse ridotto al minimo e che non arrecasse danni significativi alla biodiversità locale. Questo equilibrio tra ricerca e conservazione è stato uno dei pilastri etici del progetto BeeNet, che ha sempre posto al centro delle sue attività il rispetto per gli ecosistemi indagati.

QUANTE API SELVATICHE

Un dato impressionante che offre una **fotografia dettagliata** della biodiversità nei territori indagati. Durante i tre anni di monitoraggio del progetto BeeNet

in totale sono stati catturati
11.920 esemplari di api selvatiche,
appartenenti a 405 specie



L'elevato numero di specie testimonia la **straordinaria biodiversità** del nostro territorio e si colloca in linea con quanto documentato in circa trent'anni di ricerche, in aree al di sotto dei 500 metri di altitudine e caratterizzate dalla presenza di attività agricola. Questo risultato assume un valore ancora più rilevante se consideriamo la conformazione geografica e agricola del nostro paese. L'Italia, infatti, è un territorio estremamente variegato dal punto di vista altimetrico e geomorfologico: solo circa un quarto della sua superficie è pianeggiante, mentre il resto è costituito da colline e montagne, che offrono contesti ecologici molto diversi tra loro.

	NORD ITALIA	CENTRO ITALIA	SUD ITALIA	ISOLE
regioni	Piemonte, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna	Toscana, Umbria, Abruzzo	Campania, Puglia	Sardegna, Sicilia
siti	9	7	4	4
campionamenti	15-23	23-28	19-23	27-30
esemplari raccolti	299-658	379-766	228-668	276-961
specie	50-115	76-137	60-116	59-86

La superficie agricola utilizzata (SAU) rappresenta il 41,8% dell'intera superficie nazionale, ma non tutto il territorio agricolo è ugualmente favorevole alla presenza di api selvatiche. Le nostre indagini hanno riguardato una porzione di paesaggio che, pur rappresentando non più del 40% del territorio nazionale, si è rivelata ecologicamente ricca e capace di ospitare una sorprendente varietà di specie, ma al tempo stesso evidenzia le potenzialità inespresse di molte di queste zone. La presenza di 405 specie su un totale di **poco più di 1.000 api selvatiche** conosciute **in Italia** indica che, anche in un contesto di paesaggi agricoli spesso frammentati e sottoposti a pressioni antropiche, esiste ancora un patrimonio significativo di **biodiversità da proteggere e valorizzare**. Naturalmente la ricchezza di specie riscontrata nei siti monitorati non è distribuita uniformemente. Le condizioni

ambientali, la gestione del territorio e le pratiche agricole influiscono direttamente sulla presenza e sull'abbondanza delle specie. In alcuni siti, la diversità osservata è risultata particolarmente elevata, indicando un equilibrio ecologico ancora intatto, mentre in altri, soprattutto quelli più soggetti a sfruttamento intensivo, il numero di specie si è rivelato più contenuto.

QUALI API SELVATICHE

Finora abbiamo parlato degli esemplari totali e del numero complessivo di specie raccolte, dati che offrono una panoramica generale sulla biodiversità indagata durante il progetto. Quali specie popolano le nostre campagne e quante di esse possiamo osservare con i nostri occhi, magari percorrendo un sentiero agricolo o un prato fiorito?

Le nostre ricerche si sono basate proprio su questa modalità di osservazione diretta, una sorta di **"passeggiata scientifica"** di un'ora lungo un tratto di circa 200 metri, durante la quale abbiamo rilevato tutto ciò che incontravamo (**metodo del transetto**). I dati raccolti in questi anni di monitoraggio offrono uno spaccato interessante, ma anche sorprendentemente **variabile**. Durante una simile passeggiata, è possibile osservare mediamente 21 individui di api selvatiche, ma con una variabilità estrema: si passa infatti **da 0 a oltre 40 individui**. Questa fluttuazione è altrettanto evidente nel numero di specie: in media, durante una passeggiata si possono incontrare circa 9 specie diverse, ma con un intervallo che va **da un minimo di 3 a un massimo di 15 specie**.

Questa variabilità non si limita al singolo evento di campionamento, ma si riflette anche nei dati complessivi raccolti nei **diversi siti**. In alcuni ambienti abbiamo ritrovato un **minimo di 228 esemplari e 50 specie**, mentre altri si sono rivelati sorprendentemente ricchi, con un **massimo di 961 esemplari e 137 specie**. Questi numeri rappresentano una sfida complessa per

comprendere le relazioni tra la biodiversità delle api selvatiche e i fattori ambientali che la influenzano.

I numeri, pur importanti, si rivelano così mutevoli da non offrire immediatamente indicazioni chiare, utilizzando la quantità di specie come chiave di lettura. Ciò che potrebbe fornire risposte più significative è forse la composizione qualitativa delle specie presenti in un determinato ambiente: quali specie sono presenti, quali relazioni instaurano con l'ecosistema e quale ruolo ecologico svolgono. Tuttavia, questa diversa linea di interpretazione apre a sua volta nuovi interrogativi. La **qualità ecologica delle specie**, ossia il valore che ogni singola specie apporta al suo ecosistema, è ancora un **terreno in gran parte inesplorato**. La vita naturale delle api selvatiche, le loro abitudini, le loro preferenze e le loro interazioni sono, per molte specie, ancora un mistero.

Questo passaggio dalla quantità alla qualità non è solo un cambiamento metodologico, ma un cambio di paradigma che riflette l'importanza di comprendere più a fondo il ruolo delle specie nella rete ecologica. Riflettiamo, ad esempio sul fatto che esistono **specie comuni e specie rare**. Quando possiamo definire una specie "comune"? La risposta non è così scontata come potrebbe sembrare. Normalmente si associa la frequenza di una specie al numero di individui presenti nelle collezioni, ma questo può risultare fuorviante. Una specie non è necessariamente comune solo perché è rappresentata da molti esemplari raccolti. Piuttosto, una specie può essere considerata comune se la sua presenza è costante e distribuita in modo uniforme su tutti i territori del suo areale.

Ad esempio, utilizzando i nostri dati potremmo provare a considerare una specie come comune se si è registrata almeno una volta, con un singolo individuo, in tutti i siti indagati nell'arco dei tre anni del progetto. Tra le specie monitorate, ***Andrena flavipes*** è l'unica che soddisfa questo criterio, essendo stata osservata **in tutti e 25 i siti indagati**. Questo dato ne sottolinea la diffusione, ma soprattutto ne evidenzia la resilienza rispetto alle differenti



condizioni ambientali e alle pressioni esercitate dai diversi paesaggi agricoli.

ALCUNE SPECIE DI API SELVATICHE

(le dimensioni non sono quelle reali, ma permettono di cogliere un maggior numero di dettagli)

*Ceratina
cucurbitina*



*Bombus
pascuorum*



*Andrena
flavipes*



*Halictus
scabiosae*



*Lasioglossum
malachurum*



*Bombus
terrestris*



foto : L. Bortolotti

All'opposto, è interessante il caso di ***Eucera grisea***. Sebbene questa specie si classifichi al terzo posto per numero complessivo di individui catturati (quindi, seguendo il principio di abbondanza assoluta) con 413 esemplari, la sua distribuzione è estremamente localizzata. Ben 407 individui sono stati raccolti in **due soli transetti** nella Sicilia orientale. Questa **distribuzione sbilanciata** ci insegna che i numeri, se isolati dal contesto geografico ed ecologico, possono fornire un quadro distorto della realtà. *Ceratina cucurbitina* e *Bombus pascuorum*, occupano rispettivamente il primo e il secondo posto per numero totale di individui catturati, con 502 e 452 esemplari. Queste specie, pur essendo frequenti in diverse aree, riflettono anch'esse specificità ecologiche che meriteranno ulteriori approfondimenti.

Il fenomeno delle **specie estremamente rare** è molto più comune di quanto si possa immaginare. Nei nostri tre anni di monitoraggio, ben **75 specie** (pari al 24% del totale) sono state raccolte con **un solo esemplare in un solo sito**. Questo significa che una specie su cinque è rappresentata da un unico individuo, rendendo evidente la vulnerabilità di una parte consistente della biodiversità delle api selvatiche. Se allarghiamo lo sguardo ad includere le **specie poco comuni** cioè quelle documentate con un **massimo di tre esemplari** il numero sale a 152 specie, ovvero il 37% del totale. In altre parole,

UNA specie su TRE è rara o poco comune

Questi numeri ci mettono di fronte a una verità importante: abbiamo tra le mani un autentico **scricigno di biodiversità**, che **richiede la nostra protezione e attenzione**. Le specie rare e poco comuni, proprio per la loro vulnerabilità, possono estinguersi rapidamente a livello locale. E la loro perdita non rappresenta un danno isolato, ma potrebbe innescare una reazione di estinzioni a catena. Ogni specie, infatti, è legata a doppio filo alla presenza di altre specie: le api dipendono dalle piante per nutrirsi, mentre molte piante, a loro volta, dipendono dalle api per la riproduzione.



Molte delle specie di api rare che abbiamo documentato sono tali perché hanno esigenze ecologiche estremamente specifiche. Alcune sono strettamente legate a determinati habitat, come suoli sabbiosi o argillosi, o a specifiche piante da cui traggono il nutrimento. Queste ultime, definite *oligolettiche*, si nutrono di una o poche specie di piante, e l'assenza di quelle piante in un determinato luogo significa inevitabilmente l'assenza di quelle api. Il rapporto tra piante e impollinatori sottolinea l'importanza di mantenere anche una **diversità di specie vegetali** in grado di garantire la resilienza degli ecosistemi.

Alcuni decenni fa, e in parte ancora oggi, l'ape mellifera da sola bastava a soddisfare il fabbisogno di impollinazione agricola. La sua straordinaria abbondanza e la facilità con cui poteva essere allevata e gestita dall'uomo ne facevano l'impollinatore per eccellenza, il pilastro della produzione agricola. Ancora oggi, questa specie continua a svolgere un ruolo fondamentale grazie alla dedizione degli apicoltori, che nonostante le difficoltà continuano a garantire la presenza di alveari sul territorio.

Purtroppo la **realità produttiva** sta cambiando. I costi di gestione degli apiari aumentano, le rese produttive calano, e le minacce per le api mellifere, tra cui parassiti, predatori e malattie, non fanno che crescere. Dall'altro lato, ci sono pressanti richieste da parte degli agricoltori che hanno necessità di migliorare la produzione di molte specie attraverso l'impollinazione. La domanda sorge spontanea: quanto ancora potranno resistere gli apicoltori? Non stiamo parlando del rischio di estinzione dell'ape mellifera, che grazie all'allevamento non è minacciata, ma di un rischio altrettanto grave: la **drastica riduzione dell'apicoltura** stessa. Se un numero troppo elevato di apicoltori dovesse abbandonare l'attività, chi si occuperà di garantire i raccolti agricoli? E se non sarà più possibile contare sull'impollinazione garantita dagli alveari, chi colmerà questo vuoto?

Dai dati BeeNet, abbiamo alcuni potenziali candidati: *Ceratina cucurbitina*, *Bombus pascuorum*, *Lasioglossum villosulum*, *Andrena*



flavipes, *Halictus scabiosae*, *Bombus terrestris*, *Lasioglossum malachurum*, *Seladonia gemmea*, *Heriades crenulata* e *Lasioglossum glabriusculum*. Queste dieci specie, **la nostra TOP TEN**, sono risultate **le più diffuse negli ambienti agrari italiani**, da Trento a Trapani, da Sanremo a Lecce. Talvolta così piccoli da sembrare formiche, questi impollinatori spesso passano inosservati, ma il loro contributo è prezioso. Tuttavia, nonostante la loro diffusione, neanche lontanamente raggiungono la capillare presenza e l'efficienza dell'ape da miele. Fanno la loro parte, ma non possono sostituirla completamente. Dagli inizi del 2000, ci si chiede se esistono delle specie di api selvatiche che potrebbero sostituire l'ape mellifera.

In realtà, per l'impollinazione sono necessarie sia l'ape da miele che le api selvatiche

Inoltre, c'è un limite intrinseco: **non siamo in grado di allevare** la maggior parte di queste specie, e forse non lo saremo mai. Ad eccezione dei bombi, che vengono già allevati perché si adattano a nidi artificiali, **la maggior parte di queste api** vive nel terreno, costruisce nidi in habitat naturali e dipende strettamente da specifiche condizioni ecologiche che non possiamo replicare in cattività. Illuderci che queste specie abbondanti e tolleranti, capaci di resistere alle pressioni umane, siano sufficienti a colmare il vuoto lasciato dall'ape mellifera potrebbe rivelarsi un errore fatale. I numeri parlano chiaro. Un numero elevato di specie (395) sono rappresentate ognuna da pochi individui, ma sommate tra loro raggiungono un numero 4 VOLTE superiore alle specie più comuni.

Questa diversità, apparentemente nascosta ma nell'insieme così abbondante, è la vera spina dorsale degli ecosistemi: ogni specie, per quanto rara, contribuisce in modo unico all'equilibrio ecologico. Dobbiamo comprendere l'importanza delle specie rare, delle loro interazioni ecologiche e impegnarci a salvarle.



API SELVATICHE E SOSTENIBILITÀ AGRICOLA: UN CONFRONTO TRA ECOSISTEMI

A differenza di molti altri studi europei, che si concentrano esclusivamente sullo stato di salute delle popolazioni di api selvatiche, noi abbiamo deciso di intraprendere un percorso diverso, forse più ambizioso. Non ci siamo limitati a osservare e descrivere le api: abbiamo scelto di utilizzare le loro comunità come uno strumento per decifrare e interpretare lo stato di salute dei territori agricoli che esse abitano. In particolare, vogliamo

comprendere se e come la gestione delle pratiche agricole influenzi queste comunità. È possibile che l'agricoltura intensiva, con i suoi ritmi serrati e i suoi metodi industrializzati, eserciti una pressione negativa sulle popolazioni di api? Ed è altrettanto possibile che in un ambiente seminaturale, dove la natura ha più spazio per esprimersi, le comunità di api trovino un equilibrio migliore?

Inizieremo con confronti semplici, osservando due aspetti chiave: il numero di specie presenti e la loro abbondanza relativa nei due tipi di territorio. Vogliamo

capire se le differenze nella conduzione agricola si riflettano sulla biodiversità locale e sulle dinamiche delle comunità di api.

Il principale ostacolo che abbiamo dovuto affrontare deriva dalla storica scarsità di conoscenze riguardo alla biologia ed ecologia delle specie di api selvatiche. A differenza di altri importanti gruppi di organismi, come mammiferi, uccelli o rettili, oppure altri artropodi come farfalle e libellule, le api selvatiche hanno goduto finora di un'attenzione scientifica e di un numero di appassionati studiosi significativamente più modesto. Questa



situazione è una ulteriore difficoltà se consideriamo che il numero di specie di api selvatiche è circa il quadruplo rispetto alle farfalle e molte volte superiore a quello delle libellule. Ne consegue, inevitabilmente, che la maggior parte delle specie sia ancora poco conosciuta.

Purtroppo, in assenza di una comprensione approfondita della **nicchia ecologica** di ciascuna specie diventa estremamente difficile valutare il significato della sua presenza o della sua assenza in un determinato sito.

Ogni singolo elemento di questa complessa rete di informazioni contribuisce a creare il quadro generale del ruolo ecologico di una specie. Ad esempio, sapere che una specie preferisce suoli sabbiosi e predilige temperature più elevate potrebbe spiegare perché è abbondante in un sito ma del tutto assente in un altro. Oppure, conoscere quali piante specifiche utilizza per nutrirsi può aiutarci a identificare eventuali correlazioni con la presenza o l'assenza di determinate colture agricole.

Eppure, è proprio questa **complessità** che rende la nostra indagine così stimolante. La sfida di decifrare il significato ecologico di ogni specie, di collegare la sua presenza a fattori ambientali e antropici, e di integrare queste conoscenze in un quadro più ampio rappresenta non solo un obiettivo scientifico, ma anche un passo necessario per costruire una strategia di conservazione efficace. È un lavoro che richiede tempo, dedizione e un costante affinamento delle tecniche di indagine, ma i risultati che possiamo ottenere hanno il potenziale di trasformare il modo in cui comprendiamo e gestiamo la biodiversità nei paesaggi agricoli.

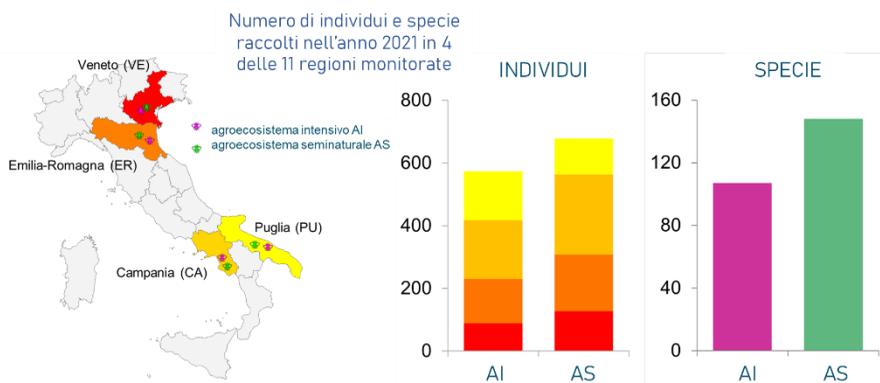
NICCHIA ECOLOGICA

per un'ape solitaria, coincide con la lista seguente:

- il substrato e le condizioni ambientali scelte per nidificare;
- i materiali da reperire nell'ambiente (argilla, resine, parti vegetali –foglie, petali, tricomi);
- l'habitus di nidificazione, solitario o sociale;
- il periodo di volo durante la stagione favorevole;
- la durata dei singoli stadi di sviluppo;
- le condizioni termiche ottimali ed estreme per il volo;
- le specie di piante necessarie per nutrire l'adulto e la prole;
- il numero medio di giorni di vita;
- i nemici naturali (predatori e parassiti);
- la sua abituale abbondanza o rarità;
- il tipo di ambiente necessario per svernare.



Complessivamente, su base nazionale, il **numero di esemplari** catturati nei siti ad **agricoltura seminaturale AS** supera quello raccolto nei siti ad agricoltura intensiva AI (52% in AS contro il 48% in AI). Confrontare i totali dei due ambienti agricoli è tanto più significativo quanto più ampio è il numero di siti di campionamento e il numero di campionamenti effettuati. Gli effetti osservati, infatti, non dipendono esclusivamente dal sistema di gestione agricola, ma sono influenzati anche da una **moltitudine** di altri **fattori**, come la latitudine, la vegetazione presente, il clima e le caratteristiche paesaggistiche. Per questo motivo, un confronto diretto tra i dati aggregati può risultare limitante. Nel progetto, non a caso sono stati scelti siti di campionamento “appaiati”, in aree geografiche limitrofe ma che si differenziano per la tipologia di sistema agricolo. Nell’analisi di ogni coppia di siti, l’effetto di variabili estranee al sistema di gestione agricola si riduce, consentendo una lettura più precisa delle differenze (come nell’esempio riportato qui sotto).



Nell’**analisi regionale** per coppie di siti AI e AS, nella maggior parte dei casi i numeri favoriscono i siti **AS**. Questi ultimi presentano non solo un **numero più elevato di specie**, ma anche **abbondanze più consistenti**. Questo dato suggerisce che gli agrosistemi seminaturali, con una gestione agricola meno impattante e una maggiore disponibilità di risorse naturali, offrono un habitat più favorevole per le comunità di api selvatiche.

In alcuni casi però abbiamo registrato il risultato opposto. Per la Puglia e per i due siti in Sardegna e Sicilia, sono invece i sistemi più intensivi AI a fornire un numero maggiore di specie e individui. Questo tipo di apparenti incongruenze si è rivelato piuttosto frequente nei tanti anni di campionamenti effettuati dai ricercatori di diversi istituti, sia nazionali che europei. Da un lato, alcuni discostamenti dalla tendenza generale possono essere dovuti a fattori locali che hanno disturbato la regolarità dei campionamenti, quali ad esempio eventi meteorologici avversi. Dall'altro, però, se i dati risultano influenzati da un numero anomalo di esemplari appartenenti a singole specie, questo potrebbe essere sintomatico di un disequilibrio locale, le cui cause meritano di essere ulteriormente indagate.

Per esempio, in **Puglia, Sicilia e Sardegna**, alcune specie (elencate nel box a fianco) hanno mostrato **numeri di individui abnormemente elevati** rispetto alla media nazionale.

PUGLIA	<i>Ceratina parvula</i> <i>Hylaeus signatus</i>
SICILIA	<i>Andrena impunctata</i> <i>Eucera grisea</i>
SARDEGNA	<i>Andrena nigroolivacea</i> <i>Ceratina cucurbitina</i>

Questi pochi esempi ci introducono nel complesso mondo della **valutazione qualitativa** della composizione di un assemblaggio di specie. All'interno di un assemblaggio, esse comunemente si suddividono in tre gruppi principali: uno sparuto numero di specie dominanti, un gruppo più nutrito ma comunque limitato di specie di accompagnamento e, infine, un vasto gruppo di specie rare. Tra queste ultime, specie **poco comuni o rare** assumono un **ruolo centrale** nella valutazione della qualità dell'ambiente circostante. La loro presenza o assenza, così come un'abbondanza osservata che si discosti significativamente da quella attesa, può rivelare preziose informazioni sull'equilibrio ecologico di un'area. Si tratta, in particolare, di **specie legate a specifici aspetti del territorio**, come la disponibilità delle piante da cui traggono nutrimento (le specie oligolettiche) o di particolari siti di nidificazione, come terreni argillosi, sabbiosi o rametti secchi di rovo. Queste specie

sono note come **specie indicatrici**, e il loro studio è cruciale per comprendere lo stato di salute di un ecosistema.

La **valutazione qualitativa** può basarsi anche sull'analisi dei rapporti tra **gruppi di specie**. Un esempio interessante è quello delle api appartenenti al **gruppo degli Alittidi**, che nel nostro paese conta oltre un centinaio di specie con differenti gradi di socialità. Queste vanno **da specie presociali a specie eusociali**, e il loro rapporto è influenzato dalla sostenibilità delle pratiche agricole. Alcuni autori hanno osservato che nei terreni pianeggianti gestiti in modo **intensivo**, si osserva un rapporto **più favorevole alle specie eusociali**, maggiormente tolleranti alle avversità di origine antropica, come pesticidi e lavorazioni del suolo. Al contrario, nei paesaggi più salubri, come le basse e medie colline, aumenterebbe la presenza di specie presociali, sociali primitive o solitarie nelle aree ad agricoltura seminaturale. Non sono però risultati conclusivi. Infatti, dalle analisi effettuate coi dati del progetto BeeNet, su 83 specie di Alittidi nidificanti (separandole quindi dalle specie cleptoparassite, che non costruiscono nidi propri né raccolgono polline per la prole), per ben 33 di esse, pari al **40%, non sappiamo se siano solitarie o sociali**. Questa conclusione ci induce alla cautela sulle deduzioni ottenute da confronti tra le faune dei siti AI e AS, sottolineando la necessità di ulteriori ricerche per colmare queste importanti lacune conoscitive. Nuovamente, come già abbiamo segnalato, il **problema** principale è rappresentato dalla **scarsità di studi** sul grado di socialità delle numerose specie di Alittidi, così come sulle preferenze verso le piante nutrici o i siti di nidificazione delle api selvatiche in generale.

Altre specie che potrebbero rivelarsi indicatrici sono quelle appartenenti ai generi *Andrena* e *Hylaeus*. Il genere *Andrena* comprende in Italia poco più di 200 specie, su un totale di circa mille specie di api selvatiche nel nostro paese. Questo gruppo è quindi una presenza costante in tutti i campionamenti, ma la sua variabilità è sorprendente, sia a livello morfologico che nelle abitudini di vita. Un aspetto che caratterizza molte specie di



Andrena è la loro natura oligolettica, ovvero dipendono da un numero ristretto di piante specifiche per nutrirsi. Se queste piante non sono presenti in un determinato ambiente, le specie di *Andrena* non troveranno questa risorsa trofica.

Sono state identificate ben **90 specie di *Andrena***, circa **la metà** risulta **poco comune o estremamente rara**. Su 23 specie (circa il 25%) non esistono informazioni riguardo alla loro dieta. Un altro 40% è polilettrico, mentre il 35% è chiaramente oligolettico. Il discorso è simile per gli *Ilei* del genere *Hylaeus*. In Italia, sono presenti circa **50 specie di *Hylaeus*, un terzo delle quali rare**. Anche in questo caso, la nostra conoscenza delle abitudini ecologiche di queste specie è ancora limitata.

Immaginando una maggior "rigidità" delle *Andrena*, legata alla natura oligolettica della maggior parte delle specie, abbiamo provato a verificare in che misura queste siano rappresentate nei siti con pratiche agricole sostenibili. I risultati ci dicono che nei siti agricoli **AS sono presenti più individui e una maggiore varietà di specie di *Andrena***. La presenza di alcune specie anche nei siti AI, però, ci fa pensare che la loro distribuzione sia legata alle loro esigenze alimentari: se le piante di cui si nutrono si trovano in agroecosistemi intensivi, ci troviamo anche le specie oligolettiche. In alcuni casi quindi, siti AI, pur con le loro caratteristiche limitanti, sembrano ancora conservare una flora sufficientemente ricca da sostenere anche specie esigenti, come alcune *Andrena*.

*Alcuni esempi di specie di *Andrena* oligolettiche*



foto : L. Bortolotti

IL FUTURO DELLE API SELVATICHE

La lezione che emerge dal progetto BeeNet è chiara:

la conservazione della biodiversità non può limitarsi a proteggere le specie più comuni o quelle economicamente utili

Le analisi condotte sulle popolazioni di apoidei nei siti BeeNet, nel corso di tre anni di campionamenti, hanno messo in evidenza un dato significativo: i siti caratterizzati da pratiche agricole seminaturali ospitano un numero maggiore di esemplari e specie rispetto ai siti ad agricoltura intensiva. Questo risultato conferma l'importanza di ambienti più equilibrati, dove la gestione agricola sostenibile possa favorire una biodiversità più ricca e variegata.

Con l'intensificarsi degli sforzi scientifici a livello europeo, che coinvolgono i 27 stati membri dell'Unione, e grazie ai progressi nelle conoscenze sulla biologia e l'ecologia delle diverse specie, ci si auspica di ottenere dettagli ancora più precisi.

Il nostro gruppo di lavoro ha messo a punto un nuovo metodo per aggregare le specie al fine di facilitare il monitoraggio in campo, ampliando il numero di operatori che, a seguito di una breve formazione, possano portarlo a termine. Questo nell'ottica che presto il **monitoraggio delle api selvatiche** venga richiesto da **diversi portatori d'interesse**, dall'agricoltore interessato alla qualità del suo agroecosistema - alle regioni interessate a monitorare il successo delle misure del PSR applicate sul territorio. Il metodo adotta i *Morfogeneri*, generi tassonomici raggruppati in base alla loro relativa somiglianza morfologica. A differenza dei generi, che sono raggruppamenti di specie basati su parentela genetica e sono quindi una categoria tassonomica ufficiale, i *Morfogeneri* si fondano esclusivamente sulla somiglianza, più



facilmente identificabile anche direttamente in campo: un criterio visivo che raggruppa specie che condividono tratti simili. La facilitazione è data dal non dover ricorrere allo specialista nell'identificazione delle singole specie.

I **morfogeneri** potrebbero costituire una **semplificazione** che aiuti a comprendere la biodiversità in modo più immediato. In tutto, i morfogeneri sono 26, escluso il gruppo dell'ape mellifera: nel campionamento del progetto BeeNet, ad esempio, ne sono stati ritrovati 24. Nel campionamento non sono state ritrovate specie che preferiscono l'habitat montano, o già sporadiche nel loro areale: un risultato atteso data la selezione dei siti. In un altro studio condotto dal nostro gruppo, è risultato che in habitat più sostenibili, come quelli seminaturali, mediamente viene registrato un numero maggiore di morfogeneri, rispetto ad habitat caratterizzati da un impatto antropico maggiore. Applicando questa stessa analisi ai campioni triennali raccolti nei siti del progetto BeeNet, i risultati sembrano confermati. I siti AS ospitano, in media, un numero leggermente maggiore di morfogeneri rispetto ai siti AI. Questo dato permette di essere ottimisti sull'utilizzo di questa classificazione, andando intanto a confermare l'andamento già descritto, con i siti ad agricoltura seminaturale più sostenibili di quelli ad agricoltura intensiva.

L'approfondimento dei fattori specifici legati al paesaggio e alle pratiche agricole che contribuiscono alla prosperità delle popolazioni di api nei siti seminaturali (AS) potrebbe presto suggerire indicazioni concrete per orientare politiche agricole e di conservazione future, più efficaci e a lungo termine rispetto alle attuali.

LETTERA DAL TEAM BEE NET

Abbiamo affrontato numerose difficoltà, dalla gestione di idee ed interessi diversi, al lavoro in campo che porta sempre con sé problematiche intrinseche, a quello di laboratorio che deve stare al passo con tecnologia ed emergenze. Il Team BeeNet ha portato nuove idee, ha cercato nuove strade, ha costruito nuova conoscenza, ha condiviso in Italia e all'estero il tanto lavoro svolto.

Al termine di questi quasi sei anni di lavoro, possiamo affermare che costruire una rete di monitoraggio come quella di BeeNet

non è stato un compito semplice

ma ha prodotto

risultati concreti ed esperienze fondamentali

che saranno in grado di orientare

il nostro lavoro futuro.

Come evidenziato nelle pagine di questo volume, la **complessità del progetto BeeNet**, che rappresenta al contempo il suo principale valore aggiunto, è stata la sfida di mettere insieme **attori diversi**, ciascuno con le proprie competenze e obiettivi. Da un lato le **istituzioni**, con la necessità di ottenere risposte chiare sulle problematiche ambientali connesse alla gestione degli agroecosistemi e alla salvaguardia del patrimonio naturale; dall'altro la **ricerca**, che per rispondere a queste richieste necessita di dati chiari e concreti, da trasformare in risultati scientificamente validati; infine, il **mondo dell'apicoltura**, che si è prestato a supportare la rete di monitoraggio, ma che a sua volta ha bisogno di risposte per affrontare le difficoltà che sta vivendo negli ultimi anni.

Questa integrazione di intenti e obiettivi **non è sempre stata facile**, a causa di linguaggi e approcci diversi seppur rivolti alla stessa tematica. Se da un lato siamo interessati a comprendere la

salute delle api come indicatore della **sostenibilità degli agroecosistemi**, dall'altro chi gestisce gli apiari è focalizzato non solo sull'identificazione dei fattori di rischio che minacciano le api, ma anche su come proteggerle e garantire la loro sopravvivenza. Tuttavia, siamo convinti che proprio dalla cooperazione, dal continuo confronto e dalla considerazione delle diverse esigenze che **ruotano attorno alla salute delle api**, possa derivare il successo di un progetto come questo.

Il progetto BeeNet ci ha lasciato in eredità una rete di circa 370 bio-centraline, corrispondenti ad altrettanti apiari, distribuiti uniformemente sul nostro territorio. Ci ha anche fornito esperienze e competenze preziose per la sua gestione, nonché per la risoluzione di problematiche logistiche e funzionali. Abbiamo imparato, sebbene molta strada resti da percorrere, come processare ed elaborare una così grande mole di dati per ottenere le risposte previste nelle premesse del progetto.

BeeNet ci ha lasciato anche un database sulle api selvatiche in Italia unico nel suo genere: unico per la metodologia rigorosa della raccolta dei dati; unico per aver preso in considerazione sì gli agroecosistemi, ma agli estremi della loro variabilità di gestione; unico per aver arricchito le liste di specie delle nostre preziose aree protette; unico per fornire un contributo che potrà integrare la grande richiesta di informazioni sulle api selvatiche che l'Europa sta cercando.

Considerando **l'investimento iniziale necessario** per mettere in piedi una rete di tale portata, auspichiamo che essa possa non solo proseguire, ma anche acquisire una **stabilità temporale**, affinché questo patrimonio di infrastrutture e conoscenze non vada perso. Il prossimo passo, fondamentale per il successo a lungo termine di BeeNet, è quello di **sfruttare le competenze** acquisite in questi anni per **creare continuità**, in un prossimo progetto ancora più robusto e ambizioso.

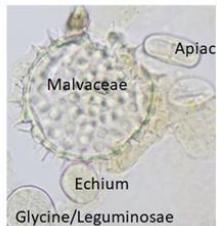
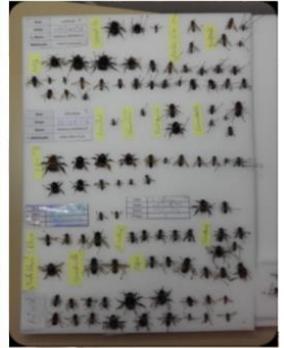
Le esperienze maturate ci hanno insegnato a gestire la **complessità** di un monitoraggio su larga scala e a interpretare i dati



con maggiore **precisione**. Ora è il momento di consolidare e ampliare questa rete, integrando **nuove tecnologie** e metodologie avanzate per ottenere risultati ancora più accurati e tempestivi. Solo attraverso una continua evoluzione e il rafforzamento della **collaborazione tra ricerca, istituzioni e apicoltori**, sarà possibile affrontare le sfide future con maggiore efficacia, tutelando la salute delle api e, di conseguenza, quella dei nostri ecosistemi. La nostra capacità di innovare e di apprendere dalle esperienze passate sarà la chiave per costruire **un futuro più sostenibile e resiliente**

per l'apicoltura,
per tutte le specie di api,
per l'ambiente.





BeeNet



Monitoraggio
ambientale
con le api

BeeNet è un progetto finanziato dalla Rete Rurale Nazionale (fondi 2014-2020) ed è condotto dal Centro Agricoltura e Ambiente del CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria).

