



RELAZIONE DI SINTESI

Progetto “Capiamo” – Studio di biomonitoraggio ambientale con le api presso il comparto polifunzionale di trattamento rifiuti di Serravalle Pistoiese (PT), gestita da Herambiente s.p.a. - Anno 2022

Premessa

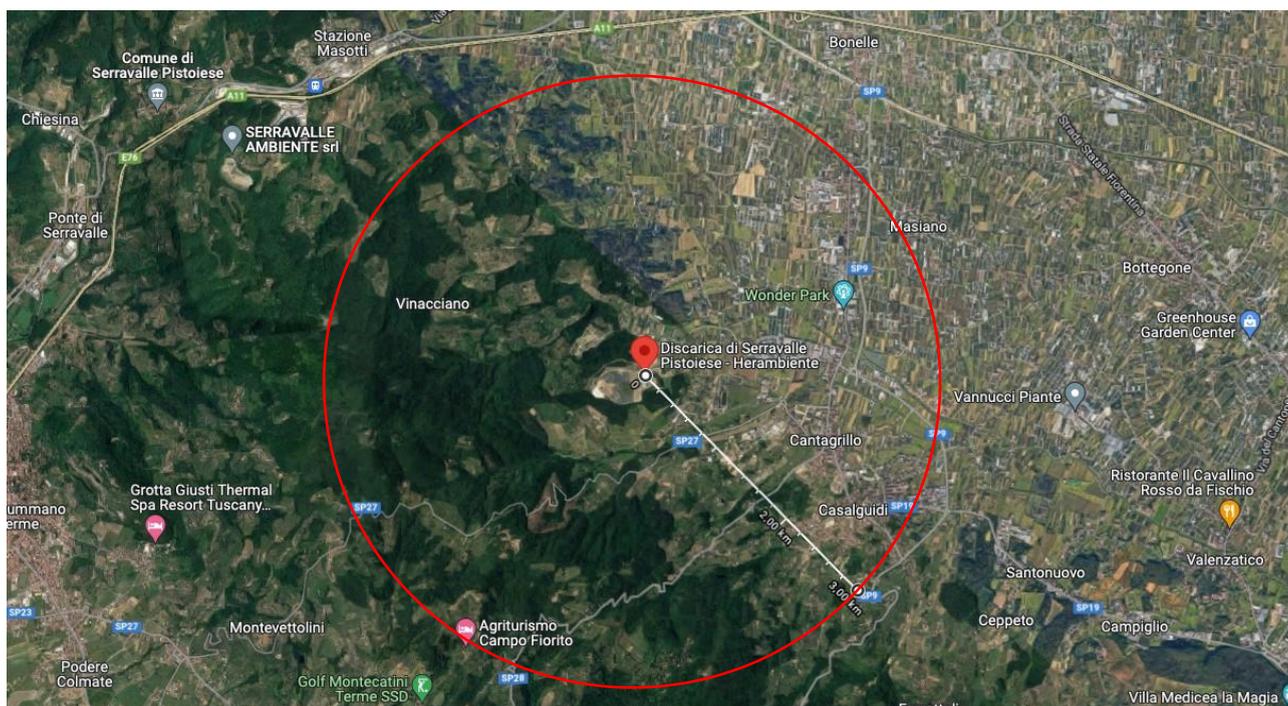
Le api sono insetti fondamentali per il mantenimento della biodiversità e la protezione dell'ambiente. Occuparsene e preservarle significa proteggere la stessa sopravvivenza dell'uomo sulla terra. Le loro funzioni sono molteplici e vanno dall'impollinazione alla conservazione dell'ecosistema.

Un ambito in cui il contributo delle api risulta fondamentale è il **biomonitoraggio ambientale**: le api sono infatti insetti **bioindicatori**, cioè sono organismi particolarmente sensibili alle modificazioni delle condizioni ambientali. Lo studio del loro comportamento e del loro stato di salute può aiutarci a monitorare le condizioni dell'ambiente circostante, permettendo, attraverso l'analisi di campioni di api, miele e etc, di ottenere informazioni sull'ecosistema.

Dato che le api coprono un raggio di 3 km dall'alveare, questi insetti possono raggiungere in maniera capillare una vasta area di campionamento rispetto a quelle che sarebbero le possibilità con altri mezzi. Si tratta quindi di un metodo vantaggioso per la sua economicità, soprattutto se confrontato con l'alto numero di campionamenti che è possibile effettuare e per la possibilità di raggiungere un territorio esteso. Si stima che un alveare, nel periodo di picco dello sviluppo della colonia (tra maggio e giugno), esegua circa **30 milioni di micro-campionamenti giornalieri** tra le varie matrici ambientali, permettendo di ottenere informazioni su eventuali contaminazioni di acqua, aria e suolo.

Il progetto “Capiamo” nasce con l'obiettivo di contribuire alla tutela ambientale, creando una raccolta dati utile ad esplorare le potenzialità delle api come organismi marker da tutelare e, al tempo stesso, da impiegare per studiare la qualità dell'ambiente nelle aree circostanti gli impianti gestiti da Herambiente s.p.a..

Il progetto è stato avviato nella primavera del 2020 con l'installazione di una stazione di biomonitoraggio costituita da tre alveari, presso il termovalorizzatore di Herambiente a Pozzilli, in provincia di Isernia. Nel 2021 lo studio è stato replicato nell'impianto di compostaggio con produzione di biometano di S.Agata Bolognese, in provincia di Bologna e in seguito, nel 2022, anche presso il comparto di trattamento polifunzionale di rifiuti di Serravalle Pistoiese, in provincia di Pistoia.



Il biomonitoraggio presso la discarica di Serravalle Pistoiese è stato effettuato con tre alveari (circa 180mila api) nel periodo tra aprile 2022 e ottobre 2022 con due campionamenti di api e pan d'api (polline), uno a metà stagione e uno alla fine, e un campionamento di miele e cera a fine stagione. Gli operatori di Apicolturarbana.it hanno visitato periodicamente gli alveari per controllare il comportamento e lo stato di salute della comunità di insetti ed effettuare analisi su campioni di miele, api, cera e polline. Infatti, i segnali di un eventuale danno ambientale sono individuabili nell'immediato, principalmente grazie a due indicatori: l'alta mortalità nel caso di insetticidi e la presenza di residui che si possono riscontrare nei corpi delle api o nei prodotti dell'alveare (per esempio, a causa della presenza di sostanze inquinanti come i metalli pesanti).



Figura 1 – Stazione di biomonitoraggio presso il comparto di trattamento rifiuti di Serravalle Pistoiese

Campioni utilizzati

I campioni utilizzati per il biomonitoraggio ambientale vengono prelevati direttamente dall'alveare al termine della stagione apistica:

CERA



Fin dal principio di insediamento delle api inseriamo un telaino nuovo che lasciamo costruire alle api in loco, questo sarà poi utilizzato in seguito come campione; questo ci permette di utilizzare cera effettivamente prodotta in loco ed esente da contaminazioni precedenti. La porosità della cera e la sua componente grassa favoriscono il legame con substrati inquinanti che nel tempo si accumulano e la rendono, a fine stagione, un buon indicatore dell'inquinamento ambientale a lungo termine.

PAN D'API



Il pane d'api è un composto prodotto dalle api adulte più anziane. Questi insetti mescolano circa 160.000 granelli di polline con nettare, miele e parte della loro saliva per produrre appunto il pane d'api, ricco di proteine, che viene messo a disposizione come cibo per l'intera colonia. All'interno delle cellette si presenta come una stratigrafia che "racconta" la storia del territorio attraverso il polline.

API BOTTINATRICI



Viene raccolto un piccolo campione di api bottinatrici, ovvero le api che volano fuori dall'alveare come ultima attività prima della morte. È possibile riconoscerle chiudendo la porticina d'ingresso e quindi aspettandole al rientro dal loro volo nell'areale circostante. Dall'analisi chimica di questo campione è possibile risalire ad inquinanti presenti nell'aria.

MIELE



Si effettuano anche analisi sul miele, sebbene il suo processo di produzione (trofallassi, ovvero scambio di bocca in bocca del nettare) è tale da minimizzare le tracce di inquinanti presenti. Le api infatti fungono da "filtro" purificandone il contenuto.

Ricerca effettuata

Sui campioni raccolti sono state effettuate le seguenti ricerche:

- Analisi metalli pesanti (Al, Sb, As, Be, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, V e Zn)
- Analisi pesticidi (congeneri generalmente ricercati nelle matrici alimentari)
- Analisi Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Esito delle ricerche

| Cod. campione | Tipo | Ricerca | N.Ric. | Risultati | | Commenti |
|---------------|-----------|-------------------|--------|-------------------|-------|--|
| N/D | Api | Metalli (mg/Kg) | 1 | | | Campione danneggiato non utilizzabile |
| 22FR0017342 | Pan d'api | Metalli (mg/Kg) | 1 | Al | <LOQ | Presenza di Zinco, Manganese, Ferro e Rame per probabile presenza di attività antropica nell'area circostante (fino a 3 km) |
| | | | | Sb | <LOQ. | |
| | | | | As | <LOQ. | |
| | | | | Be | <LOQ. | |
| | | | | Cd | <LOQ. | |
| | | | | Cr _{tot} | <LOQ. | |
| | | | | Fe | 96,6 | |
| | | | | Mn | 5,96 | |
| | | | | Hg | <LOQ. | |
| | | | | Ni | <LOQ. | |
| | | | | Pb | <LOQ | |
| | | | | Cu | 3,96 | |
| | | | | Se | <LOQ. | |
| | | | | Sn | <LOQ. | |
| V | <LOQ. | | | | | |
| Zn | 15,63 | | | | | |
| N/D | Api | IPA (µg/Kg) | 1 | (1) | | Campione danneggiato non utilizzabile |
| 22LI0000792 | Pan d'api | IPA (µg/Kg) | 1 | (1) | 2,8 | Concentrazioni minime, non significative |
| N/D | Api | Pesticidi (mg/Kg) | 1 | - | - | Campione danneggiato non utilizzabile |
| 22FR0017343 | Pan d'api | Pesticidi (mg/Kg) | 1 | - | <LOQ | Concentrazioni inferiori ai limiti di quantificazione per tutti i pesticidi ricercati |
| 22FR0018908 | Api | Metalli (mg/Kg) | 2 | As | <LOQ | Concentrazione minime di Ferro, Rame, Manganese e Zinco per la probabile presenza di attività antropiche nell'area circostante (fino a 3 km) |
| | | | | Cd | <LOQ. | |
| | | | | Cr _{tot} | <LOQ. | |
| | | | | Hg | <LOQ. | |
| | | | | Ni | <LOQ | |
| | | | | Pb | <LOQ. | |
| | | | | Cu | 0,19 | |
| | | | | Sb | < LOQ | |
| | | | | Fe | 1,52 | |
| | | | | Mn | 0,85 | |
| | | | | Al | < LOQ | |
| | | | | V | < LOQ | |

| Cod. campione | Tipo | Ricerca | N.Ric. | Risultati | | Commenti |
|----------------|-----------|-------------------|--------|-------------------|-------|---|
| | | | | | | |
| | | | | Sn | < LOQ | |
| | | | | Be | < LOQ | |
| | | | | Se | < LOQ | |
| | | | | Zn | 0,05 | |
| 22FR0018909 | Pan d'api | Metalli (mg/Kg) | 2 | Al | <LOQ. | Presenza di concentrazioni minime di zinco, ferro, rame e manganese per la probabile presenza di attività antropiche nell'area circostante (fino a 3km) |
| | | | | Sb | <LOQ | |
| | | | | As | <LOQ | |
| | | | | Be | <LOQ. | |
| | | | | Cd | <LOQ. | |
| | | | | Cr _{tot} | <LOQ. | |
| | | | | Fe | 1,52 | |
| | | | | Mn | 0,85 | |
| | | | | Hg | <LOQ | |
| | | | | Ni | <LOQ | |
| | | | | Pb | <LOQ. | |
| | | | | Cu | 0,19 | |
| | | | | Se | <LOQ | |
| | | | | Sn | <LOQ | |
| V | <LOQ | | | | | |
| Zn | 0,05 | | | | | |
| 22LI0000874 | Api | IPA (µg/Kg) | 2 | (1) | < LOQ | Concentrazioni inferiori ai limiti di quantificazione |
| 22LI0000875 | Pan d'api | IPA (µg/Kg) | 2 | (1) | 2,8 | Livelli minimi, in linea con le concentrazioni comunemente riscontrate |
| 22FR0018910 | Api | Pesticidi (mg/Kg) | 2 | | <LOQ. | Concentrazioni inferiori ai limiti di quantificazione per tutti i pesticidi ricercati |
| 22FR0018911 | Pan d'api | Pesticidi (mg/Kg) | 2 | | <LOQ | Concentrazioni inferiori ai limiti di quantificazione per tutti i pesticidi ricercati |
| 22FR00220915.1 | Cera | Metalli (mg/Kg) | 1 | Al | <LOQ | Presenza di Zinco, Ferro, Rame e Manganese in concentrazioni minime per la presenza di attività antropiche nell'area circostante (fino a 3km) |
| | | | | Sb | <LOQ | |
| | | | | As | <LOQ | |
| | | | | Be | <LOQ | |
| | | | | Cd | <LOQ | |
| | | | | Cr _{tot} | <LOQ | |
| | | | | Fe | 8,12 | |
| Mn | 0,65 | | | | | |

| Cod. campione | Tipo | Ricerca | N.Ric. | Risultati | | Commenti |
|---------------|-------|-----------------------------|--------|-------------------------------|------|--|
| | | | | | | |
| | | | | Hg | <LOQ | |
| | | | | Ni | <LOQ | |
| | | | | Pb | <LOQ | |
| | | | | Cu | 0,34 | |
| | | | | Se | <LOQ | |
| | | | | Sn | <LOQ | |
| | | | | V | <LOQ | |
| | | | | Zn | 8,12 | |
| 22FR00220915 | Cera | IPA (µg/Kg) | 1 | (1) | 0,94 | Concentrazioni minime, scarsamente significative |
| 22FR00220915 | Cera | Pesticidi (mg/Kg) | 1 | | <LOQ | Concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità |
| 22FR0018255 | Miele | Parametri caratteristici | 1 | acidità libera (meq/Kg) | 45,4 | Parametri conformi ai livelli indicati dalla Direttiva 2001/110/CE e D.Lgs n. 179 del 21/05/2004 |
| | | | | pH | 4,83 | |
| | | | | diastasi (DI) | 36,3 | |
| | | | | HMF (mg/Kg) | 3,5 | |
| | | | | umidità (%) | 16,4 | |
| | | | | fruttosio (%p/p) | 33,7 | |
| | | | | glucosio (%p/p) | 26,9 | |
| | | | | saccarosio (%p/p) | <LOQ | |
| | | | | turanosio (%p/p) | <LOQ | |
| | | | | maltosio (%p/p) | <LOQ | |
| | | | | F/G ratio (%p/p) | 1,25 | |
| | | | | invert sugar (%p/p) | 60,5 | |
| 22FR0017340 | Miele | Metalli (mg/Kg) | 1 | Al | <LOQ | Concentrazioni minime di ferro manganese e rame. |
| | | | | Sb | <LOQ | |
| | | | | As | <LOQ | |
| | | | | Be | <LOQ | |
| | | | | Cd | <LOQ | |

| Cod. campione | Tipo | Ricerca | N.Ric. | Risultati | | Commenti |
|---------------|-------|-------------------|--------|-------------------|-------|---|
| | | | | | | |
| | | | | Cr _{tot} | <LOQ | |
| | | | | Fe | 0,99 | |
| | | | | Mn | 0,12 | |
| | | | | Hg | <LOQ | |
| | | | | Ni | <LOQ | |
| | | | | Pb | <LOQ. | |
| | | | | Cu | 0,09 | |
| | | | | Se | <LOQ | |
| | | | | Sn | <LOQ | |
| | | | | V | <LOQ | |
| Zn | <LOQ | | | | | |
| 22LI0000791 | Miele | IPA (µg/Kg) | 1 | (1) | 2,3 | Concentrazioni minime |
| 22FR0017341 | Miele | Pesticidi (mg/Kg) | 1 | | <LOQ | Concentrazioni inferiori ai limiti di quantificazione per tutti i pesticidi ricercati |

(1) SOMMA Benzo(a)pirene, Benzo(a)antracene, Benzo(b) fluorantene, Crisene come da Regolamento UE 835/2011 per prodotti alimentari. Per questa sommatoria il Regolamento stabilisce un tenore massimo pari a 10 µg/Kg per oli e grassi destinati al consumo umano diretto o all'impiego quali ingredienti di prodotti alimentari.



Conclusioni

In conclusione, l'analisi effettuata utilizzando le api presso la discarica di Serravalle Pistoiese ha fornito preziosi spunti sullo stato di salute ambientale della zona indagata. I risultati sono stati molto positivi, le api hanno mostrato popolazioni sane e dimostrato un forte comportamento di impollinazione.

Per quanto riguarda i contaminanti monitorati, si segnala in tutte le matrici, la presenza di Zinco, Ferro, Manganese e Rame. Si tratta di concentrazioni molto basse, derivanti con molta probabilità dalle attività antropiche della zona. È importante continuare a monitorare questi metalli, per verificarne gli andamenti nel lungo periodo.

La presenza di Rame si può ricondurre al suo utilizzo nei trattamenti fitosanitari come fungicida e battericida grazie alla sua efficacia ad ampio spettro e alla tossicità relativamente bassa. I prodotti a base di Rame sono comunemente usati in agricoltura per controllare le malattie fungine in colture come uva, mele e pomodori. Questi trattamenti possono essere applicati a spruzzo o a polvere, e sono spesso utilizzati in agricoltura biologica come alternativa ai pesticidi chimici di sintesi. Si tratta di un prodotto considerato sicuro per l'uomo e l'ambiente, il cui impiego è, proprio per tale ragione, ammesso anche nella pratica dell'agricoltura biologica.

Per quel che riguarda la presenza di Zinco è possibile ipotizzare che le strutture, con materiali contenenti zinco, come l'acciaio zincato, possano rilasciare nel tempo questo metallo nell'ambiente attraverso un processo di corrosione. Mentre lo zinco è un micronutriente essenziale per piante e animali, alte concentrazioni di zinco possono essere tossiche per alcune specie e possono anche avere impatti negativi sulla qualità del suolo e dell'acqua. Il rilascio di zinco è favorito da ambienti acidi, che possono accelerare la corrosione. I livelli riscontrati nelle matrici ambientali analizzate sono tuttavia minimi e tali da non destare alcuna criticità.

Ferro e Manganese, osservati in concentrazioni minime nelle matrici analizzate, possono avere origine antropica (es. leghe metalliche usate in edilizia), ma prevalentemente sono sostanze di origine naturale, geogenica.

Nel miele e nella cera il Piombo è risultato inferiore al limite di quantificazione (ossia < 0.01 mg/kg) e quindi, ampiamente inferiore ai limiti massimi residuali stabiliti dalla normativa di riferimento (Regolamento CE 1881/2006, Direttiva 96/23/CE che stabilisce una soglia di 0,1 mg/kg per oli e grassi compreso il latte).

Gli IPA sono pressoché assenti in tutte le matrici così come completamente assenti i pesticidi in tutti i prodotti dell'alveare analizzati.

Nel complesso, l'uso delle api come indicatori della salute ambientale si è rivelato uno strumento prezioso. Studiando il comportamento e la salute di questi importanti impollinatori, possiamo ottenere una comprensione più profonda degli impatti delle attività umane sul mondo naturale e agire per mitigare eventuali effetti dannosi.

In conclusione, al termine del primo anno di attuazione del "Progetto Capiamo", presso il sito impiantistico di trattamento rifiuti di Serravalle Pistoiese, l'insieme delle indagini svolte ha evidenziato la completa assenza di contributi, da parte dell'impianto, allo stato di qualità dell'ambiente circostante.