



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE**

**DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA, ANIMALI, RISORSE NATURALI E  
AMBIENTE (DAFNAE)**

**CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE**

**Diversificazione dei comportamenti nella vita coloniale di *Apis mellifera***

**Relatore: Prof. Luca Mazzon**  
**Correlatore: Dott. Giacomo Ortis**

**Laureando/a: Alessia Losinno**  
**Matricola: 2000068**

Anno Accademico 2022/2023



## SOMMARIO

<b>1. RIASSUNTO</b> .....	1
<b>2. INTRODUZIONE</b> .....	2
2.1 L'ape: cenni di sistematica.....	2
2.2 L'importanza delle api per l'ecosistema.....	2
2.3 Breve descrizione morfologica.....	3
2.4 La vita dell'ape e la struttura della colonia.....	4
2.5 Comunicazione e comportamenti coloniali.....	6
2.6 L'ape e l'arnia.....	9
2.7 Obiettivi del lavoro.....	9
<b>3. MATERIALI E METODI</b> .....	10
3.1 Preparazione delle api per l'esperimento.....	10
3.2 L'arnia di osservazione.....	11
3.3 Descrizione del piano di lavoro.....	11
<b>4. RISULTATI</b> .....	13
4.1 Api osservate.....	13
4.2 Comportamenti delle api.....	14
4.3 Relazione tra comportamenti e posizione del favo.....	18
<b>5. DISCUSSIONE</b> .....	20
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> .....	23

## **1. RIASSUNTO**

*Apis mellifera* ha una forma di comunicazione che si distingue da tutti gli altri insetti eusociali. L'esperimento di impronta etologica si è strutturato in trentacinque giorni di osservazione su api neo-sfarfallanti, marcate e inserite in un'arnia di osservazione contenente un singolo favo. L'evoluzione dei comportamenti osservati è stata in linea con le predizioni teoriche. Durante i primi giorni di vita le api hanno rivolto l'attenzione alla cura della covata, per poi dedicarsi alla pulizia dell'alveare e delle api compagne, infine nell'ultimo periodo hanno svolto attività di foraggiamento. Sono state individuate diversi tipi di danze: la danza dell'addome, quella sussultante e quella circolare. Queste danze portano dei messaggi circa la posizione specifica della risorsa trofica, ma servono anche a comunicare con tutta la colonia. È stata anche trovata una correlazione tra posizione del favo e le danze, nel nostro caso il 71% delle danze osservate sono state eseguite in prossimità dell'ingresso dell'alveare.

## 2. INTRODUZIONE

### 2.1 L'ape: cenni di sistematica

L'ape è un insetto che fa parte dell'ordine degli imenotteri, sottordine Apocriti, sezione Aculeati, appartenente alla famiglia degli Apidi (genere *Apis*). Le specie appartenenti al genere *Apis* sono oltre 25000, vivono principalmente in società e vengono suddivise in tre sottogeneri: *Micrapis*, *Megapis* e *Apis*.

Il primo sottogenere corrisponde alle api nane, il cui rappresentante più noto è l'*Apis florea*, il secondo comprende le api giganti il cui esemplare più diffuso è l'*Apis dorsata* Fabricius. Queste nidificano in modo preferenziale all'aperto su rocce o rami. Il terzo sottogenere incorpora i rappresentanti più comuni e diffusi; ossia *Apis mellifera* Linnaeus (comune ape da miele) e *Apis cerana* Fabricius. Gli esponenti del gruppo *Apis* nidificano dentro cavità costruendo numerosi favi. Tutti gli esemplari delle diverse specie dei diversi gruppi vivono in società e si differenziano morfologicamente in due sessi: la componente maschile è rappresentata dai fuchi, mentre le femmine si differenziano in api operaie e regina (Carpana, 2004).

Oggi *A. mellifera* ha una distribuzione globale, ma i paesi di origine sembrerebbero essere l'Europa, l'Asia e l'Africa. È un insetto con notevole capacità di adattamento, come conseguenza di un processo evolutivo che è ancora oggi in itinere (Grout, 1981). L'interazione tra piante e api è il frutto di una continua coevoluzione: le api si nutrono del polline e, in contemporanea, con l'impollinazione favoriscono la fecondazione di moltissime piante.

All'intero della specie mellifera si riconoscono almeno trentuno sottospecie, in Italia le quattro sottospecie più diffuse sono le seguenti:

- *A. m. mellifera* Linnaeus
- *A. m. carnica* Pollmann
- *A. m. ligustica* Spinola
- *A. m. sicula* Montagano

Un fuco riesce a fecondare una regina appartenente a un'altra sottospecie a una distanza reciproca di circa 15 km; questo accelera molto il processo di adattamento e coevoluzione (Bolzonella et al., 2020). Gli areali delle singole sottospecie possono venire a contatto sia per via naturale, sia per via antropogenica. Questo fenomeno di contaminazione genetica è stato definito da Fontana e Zanotelli "Combination bee". A titolo di esempio, ad oggi in Friuli, si sono diffusi ibridi fra la razza carnica e ligustica (Fontana et al., 2022).

### 2.2 Importanza delle api per l'ecosistema

L'*A. mellifera* è considerata la terza specie per importanza mondiale, poiché impollina circa il 90% delle piante arboree (Tautz, 2008). Il servizio di impollinazione solo per le coltivazioni di

interesse alimentare è pari a 153 miliardi di euro/anno. Il risultato è stato ottenuto da uno studio commissionato dall'Unione Europea all'INRA (Istituto Nazionale della Ricerca Agronomica Francese) e all'UFZ (Centro Tedesco per le Ricerche Ambientali). La fecondazione incrociata delle piante dipende dagli impollinatori, i quali riescono a garantire diversità genetica e biologica. Ad oggi, il degrado e la scomparsa di habitat, insieme all'agricoltura intensiva sono una delle minacce principali per le popolazioni di *A. mellifera*. Degli studi condotti dall'istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie hanno rilevato la presenza di pesticidi nelle api esposte a prodotti fitosanitari in modo acuto o cronico. Le api vengono spesso utilizzate come indicatori sulla qualità ecologica di un ambiente. Anche i cambiamenti climatici esercitano pressioni sulla vita e sulla distribuzione degli impollinatori. La conseguenza principale è l'aumento degli agenti patogeni che minacciano le api e l'alterazione della distribuzione geografica dei nemici naturali (Bellucci et al., 2020).

### **2.3 Breve descrizione morfologica e anatomica**

Le api adulte, distinte in ape regine, api operaie e fuchi, hanno il corpo suddiviso in tre porzioni: capo, torace e addome. Nel capo si trovano gli organi della vista, nello specifico due occhi alle estremità e tre ocelli nella parte centrale del capo. Nel muso dell'ape sono posti anche gli organi sensoriali, le antenne, l'apparato boccale e alcune importanti ghiandole. Il sistema visivo-sensoriale dell'ape è molto sviluppato. È, infatti, in grado di percepire tre colori fondamentali: il blu, il verde e l'ultravioletto. L'ape, potendo percepire i raggi ultravioletti, è in grado di vedere la luce polarizzata e questo le consente di potersi orientare nello spazio anche nelle giornate nuvolose. Sulle antenne si trovano i sensilli: cellule sensoriali responsabili della percezione della temperatura, dell'umidità, del tatto e dell'olfatto. Le antenne delle api operaie sono costituite da circa 5-600 chemiorecettori olfattivi. Quest'organo è, quindi, di fondamentale importanza poiché consente all'ape di comunicare con l'intera colonia tramite gli antennamenti. L'apparato boccale delle api è lambente succhiante: è formato dal labbro superiore, labbro inferiore, due mandibole e due mascelle. Il labbro inferiore corrisponde a una sorta di proboscide, la quale viene estroflessa per estrarre il nettare dei fiori. Questa risulta più sviluppata e allungata nelle api operaie piuttosto che nei fuchi. Infatti, sono le api operaie le addette alla ricerca di cibo per la colonia. Il torace è suddiviso in tre segmenti, detti metameri, da ciascuno dei quali dipartono un paio di zampe, per un totale di sei. La parte dorsale del torace è provvista di due paia di estroflessioni tegumentarie membranose: le ali. Le zampe sono articolate in sei piccoli segmenti e sono ricoperte di peli. In aggiunta sono ricoperte di setole ricurve, utili per la cattura del polline. Internamente il torace è attraversato dal tubo digerente, dai muscoli alari e dai sacchi aerei, che permettono l'ossigenazione di tutte le cellule tramite

diffusione semplice di ossigeno. L'addome è suddiviso in dieci segmenti ed è attraversato da numerosi sacchi aerei. L'addome è anche la sede di importanti organi con funzione secretiva: le ghiandole ceripare responsabili della secrezione della cera per costruire il favo dell'alveare. L'ultimo anello dell'addome è provvisto di un pungiglione, fatta eccezione per i fuchi che ne sono sprovvisti. Il pungiglione è collegato alle ghiandole del veleno. L'atto di inserimento del pungiglione è, in realtà, un'azione traumatica per l'ape, infatti, quando viene conficcato questo si stacca dall'addome e dopo poco l'ape muore. Quando il pungiglione si stacca vengono rilasciati dei feromoni di allarme che servono a mettere in guardia le altre api compagne (Frilli et al., 2001).

#### **2.4 La vita dell'ape e la struttura della colonia**

L'alveare è una struttura altamente organizzata, nella quale l'ape svolge tutte le azioni di gestione delle risorse e di accudimento della covata. Il favo è per le api un riparo, un magazzino per gli alimenti e una difesa contro i patogeni (Tautz, 2008). Le uova vengono deposte dalla regina dentro le cellette. La regina è l'unica in grado di riprodursi nella colonia e quindi è la madre di tutte le api dell'alveare. Senza di essa la colonia sarebbe persa. Dalle uova non fecondate si originano i fuchi (aploidi), da quelle fecondate escono le api operaie (diploidi). Tre giorni dopo la deposizione, l'uovo schiude e fuoriesce una larva bianca dalla forma a "C". La larva viene accudita e nutrita dalle operaie, procurandogli cibo. Se verrà a mancare la regina, le api operaie ne sceglieranno una nuova tra le larve giovani. Accrescendo le sue dimensioni, la larva intorno al nono giorno, costruisce attorno a sé un bozzolo, nel quale vegeterà fino alla formazione completa dei tessuti. Una volta che il rivestimento larvale si rompe fuoriesce la pupa, inizialmente si mostra con occhi bianchi, poi seguirà la fase di pigmentazione, fino allo sfarfallamento dell'ape adulta. È da sottolineare che il tempo di sviluppo dell'uovo differisce tra i componenti della colonia: sono necessari ventuno giorni per l'ape operaia, ventiquattro per il fuco e solo sedici giorni per la regina (Frilli et al., 2001).

La vita media della regina è di circa cinque anni, per le operaie si aggira intorno ai cinque-sei mesi, mentre per il fuco il tempo di vita medio si limita a cinquanta giorni. La maggior parte delle funzioni dell'alveare vengono svolte dalle operaie. I fuchi hanno il solo scopo di riprodursi, infatti, spesso a fine ciclo riproduttivo, vengono cacciati o uccisi dalle operaie stesse (Contessi, 2016).

Le api vivono tra loro in perfetta armonia, ciascuna svolge il proprio ruolo per il bene dell'intera colonia. Ciascun componente esegue i propri compiti per mantenere in funzionamento il superorganismo coloniale (Hölldobler et al., 2020). Nei giorni successivi alla nascita le api si dedicano alla pulizia delle cellette, poi cominciano a dividersi i vari compiti di lavoro. Nei primi

giorni accudiscono la covata, somministrandole cibo. In seguito, cominciano a dedicarsi alle “faccende di casa”, quali pulizia delle celle, eliminazione delle api morte e dei rifiuti. Una delle più importanti attività è la ventilazione, la quale serve a garantire il mantenimento della temperatura e dell’umidità all’interno dell’alveare. La temperatura deve essere mantenuta intorno ai 35°C. Durante il periodo estivo, soprattutto durante le ore del giorno, questa attività è fondamentale per evitare il surriscaldamento della colonia (Southwick et al., 1987). Intorno al quindicesimo giorno completano lo sviluppo delle ghiandole ceripare, iniziando così a costruire i favi per immagazzinare il polline. Successivamente diventano “guardiane” e sorvegliano l’alveare con il compito di avvertire la colonia quando arrivano degli intrusi nell’alveare. Le api addette alla difesa dell’apiario si piazzano all’ingresso e attaccano qualsiasi estraneo cerchi di entrare. Per mettere in guardia le compagne, le api guardiane possono rilasciare il feromone di allarme sia dopo il distacco del pungiglione, sia attraverso le ghiandole mandibolari. Infine, dopo circa tre settimane, le api diventano bottinatrici, ossia escono dall’alveare per dedicarsi alla raccolta del cibo (Grout, 1981). Le api vanno soprattutto alla ricerca di nettare, polline e propoli, ma non disdegnano anche altri tipi di sostanze zuccherine come, ad esempio, la melata prodotta da alcuni insetti, tra cui la *Metcalfa pruinosa*. Le api sono attratte dall’odore e dal colore dei fiori. I fiori che attraggono maggiormente gli impollinatori hanno delle forme e dei colori particolari, in virtù dei quali vengono definiti “guide del nettare” (Contessi, 2016). In generale, il numero delle bottinatrici dipende dalle necessità della colonia: se le riserve stanno terminando aumenterà la raccolta e il numero di bottinatrici, viceversa se le riserve sono abbondanti le api si dedicheranno alle altre attività riducendo il foraggiamento. Sperimentalmente è stato provato che colonie mal nutrite hanno un maggior numero di api esploratrici rispetto a colonie ben nutrite (Crailsheim et al., 2004).



Figura 1: ape bottinatrice rientrata nell’arnia con le palline di polline.



## 2.5 Comunicazione e comportamenti coloniali

La vita della colonia si basa su un'efficace comunicazione. Alla base di questa ci sono i feromoni: sostanze chimiche percepite e riconosciute dagli individui della stessa specie. I feromoni vengono trasferiti di continuo tramite contatto diretto delle antenne. Spesso un messaggio può provenire dalla regina, la quale per contatto trasferisce il segnale a un'ape e da questa arriverà all'intero alveare, garantendo così la coesione della colonia. I membri di una stessa famiglia comunicano e si riconoscono tramite continui antennamenti. In particolare, è stato dimostrato da alcuni studi condotti dall'Università di Trento, che esiste una forma di lateralizzazione relativa alla sensibilità e alla memoria olfattiva. Dai risultati sembrerebbe che le api rispondano più prontamente con l'antenna destra (Rogers, 2013).



Figura 2: le api dell'arnia mentre antennano la regina.

Oltre agli antennamenti le api comunicano tramite lo scambio di cibo tra bocca e bocca, noto come trofallassi. Tramite questa azione si trasmettono anche messaggi chimici per regolare la vita all'interno della colonia. La durata della trofallassi può essere diversa: se dura più di tre secondi c'è trasferimento di cibo, se la durata è inferiore l'ape ricevente ottiene solo un campione di cibo. La velocità della trofallassi dipende anche dalla redditività ottenuta dalla risorsa. Quindi la trofallassi è un'importante forma di linguaggio e comunicazione all'interno dell'alveare.



Figura 3: esempio di trofallassi.

Se una sostanza risulta più appetitosa e più soddisfacente per i fabbisogni energetici, le api cercheranno di foraggiare nuovamente quella sostanza. Se la concentrazione di glucosio nel cibo è maggiore rispetto alla sostanza prelevata in precedenza, la danza diventa più vivace e, di conseguenza, aumenta il numero delle trofallassi (Wainseboim et al., 2003). È stata trovata, infatti, una relazione tra trofallassi e danza di reclutamento. Le api che ricevono cibo con la trofallassi sono più propense a danzare, subito dopo il contatto con l'ape donatrice di cibo. La danza e la trofallassi sono reciprocamente influenzate (Farina, 2000). Dagli studi di Karl von Frisch nel 1963 sulla "Biologia delle api" è stato scoperto che le api bottinatrici, una volta rientrate nell'alveare, comunicano alle compagne la posizione e la distanza della fonte di cibo tramite una danza. Le api che si trovano nelle vicinanze di un'ape danzatrice possono anch'esse cominciare a danzare dopo che sono state antennate (Oppenheimer, 1963). L'attrazione dipende da diversi fattori: la danza che avviene su celle aperte è più attrattiva rispetto a una danza condotta su celle opercolate. La maggior parte delle api attratte si trovano in posizione laterale rispetto alla danzatrice. Poi, ovviamente, l'efficienza attrattiva dipende anche dalla numerosità del gruppo di api danzanti (Tautz et al., 1998). Le api sono anche in grado di capire e di quantificare le necessità della colonia. Le bottinatrici hanno diretto contatto con l'area della covata e con la zona dell'alveare dove viene riposto il polline; quindi, in base ai bisogni della colonia, regolano l'attività di foraggiamento (Dreller et al., 2000).

Può succedere che un'ape giovane e inesperta compia la sua prima danza portando un messaggio fuorviante. Le api imparano la danza dalle compagne più vecchie e raffinano la tecnica giorno dopo giorno (Chittka et al., 2023). Le principali danze sono le seguenti:

- La danza dell'addome

Viene realizzata se la fonte di cibo si trova a una distanza superiore ai cento metri dall'alveare. Il movimento ricorda il disegno di un numero otto. L'ape durante la danza oscilla l'addome, facendo, in contemporanea, vibrare le ali. La danza può essere ripetuta anche per diversi minuti. A sua volta la danza può essere iniziata e ripetuta da altre api, dopo che sono state antenate. L'unico punto di riferimento per le api è la posizione del sole e l'angolo formato dalla luce polarizzata. Lo scopo di questa danza è quello di comunicare alle altre operaie la posizione della fonte trofica, orientandosi sulla base dell'angolo dell'alveare rispetto al sole (von Frisch, 1971).

- La danza circolare

Viene eseguita se la sorgente trofica si trova entro il raggio di cento metri dall'alveare. Le api cominciano a disegnare dei cerchi, cambiando di continuo il senso di rotazione. Questa danza esorta le compagne a volare fuori per cercare il cibo in tutte le direzioni scoperte dalla bottinatrice. Spesso l'ape danzatrice trasferisce alle altre bottinatrici porzioni del polline raccolto per aiutarle a trovare nel minor tempo la sorgente trofica (von Frisch, 1971).

- La danza sussultante

L'ape oscilla su e giù con il corpo circa sedici volte al secondo. Le operaie che interagiscono con la danzatrice cominciano a danzare oppure escono fuori a foraggiare. Questa danza serve a esortare e a reclutare il maggior numero di api ad uscire dall'alveare; senza dare, però, indicazione precisa sulla posizione della fonte trofica.

- La danza tremolante

Può essere vista come l'opposto della danza sussultante. Infatti, viene eseguita quando la quantità di cibo che viene portata nell'alveare supera la capacità di immagazzinamento. Il cibo non deve solo essere raccolto, ma deve anche essere depresso, in modo opportuno, all'interno delle cellette. Spesso le due funzioni non vengono svolte dalla stessa ape. Quando un'ape rientra nell'alveare, in generale, effettua la danza dall'addome e cerca un'ape magazziniera disponibile a cui consegnare il bottino. Se l'attesa si protrae oltre cinquanta secondi la bottinatrice comincia a eseguire la danza tremolante accompagnata da segnali acustici. Questo induce a ridurre il ritmo della raccolta del cibo.

- La danza della pulizia (grooming)

Viene eseguita dalle api operaie quando sentono la necessità di farsi pulire. Eseguono un ritmico dondolio, strusciando le zampe e il corpo cercando di pulirsi. Le compagne che captano il messaggio di questa danza cominciando ad aiutarle, strofinando le loro mandibole sull'addome e sotto la base alare delle altre api (Land et al., 2004).

- La danza della gioia (DVAV)

Consiste, di fatto, in vibrazioni dorso-ventrali-addominali eseguite sul corpo di un'altra ape. Il messaggio portato da questa danza sarebbe quello di incitare le altre compagne a una maggiore attività, che può essere il foraggiamento, la pulizia delle celle, la cura della covata o altro. Si verifica con più frequenza nel tardo pomeriggio (Ramsey et al., 2018).

- Washboarding

Più che una danza è un comportamento collettivo in cui le api puliscono le superfici dell'alveare. Non si è certi, ma studi hanno dimostrato che questo comportamento sia associato a un'attività di pulizia generale. Questo movimento è più accentuato nelle ore del giorno, ma prosegue anche nelle ore notturne (Bohrer, 2006).

## **2.6 L'ape e l'arnia**

L'arnia è la dimora della colonia. L'ubicazione dell'apiario è di fondamentale importanza per ottimizzare la vita e la produzione di una colonia. L'arnia dovrebbe essere posta in una zona ombreggiata durante i periodi estivi e abbastanza soleggiata nella stagione invernale. Inoltre, deve essere posta nelle vicinanze di fonti di nettare e polline (Pagani, 2019). Le api occupano una posizione diversa in base alla funzione che devono svolgere. Nei favi collocati all'ingresso avvengono la maggior parte delle danze; per tale motivo questa regione dell'arnia viene definita anche "pista da ballo". Le api riescono a orientarsi, sfruttando la memoria chimica della colonia. Uno studio condotto dall'Università degli Studi di Trieste ha dimostrato che se la "pista da ballo" viene artificialmente spostata, le danzatrici vanno in cerca della corretta posizione prima di iniziare la danza (Ortis, 2014).

## **2.7 Obiettivi del lavoro**

Lo studio sperimentale si è strutturato in cinque settimane di osservazione su api neofarfallanti, marcate con un bollino e inserite all'interno dell'alveare. Lo scopo dello studio mira ad analizzare l'interazione delle api bollinate con la colonia e la diversificazione dei comportamenti osservati durante tutto il periodo sperimentale, in modo da comprendere l'evoluzione etologica durante il ciclo di vita dell'ape. Inoltre, il favo è stato suddiviso in sei sezioni, in modo da poter annotare la rispettiva posizione occupata dall'ape al momento dell'osservazione. I dati ottenuti serviranno a trovare una relazione tra la rispettiva posizione del favo e il comportamento annotato su di esso.

### 3. MATERIALI E METODI

#### 3.1 Preparazione delle api per l'esperimento

Il giorno 8 giugno 2022 sono state prelevate 260 api neo-sfarfallanti da un favo di covata. La sera prima della marcatura delle api, sono stati prelevati tre favi con covata opercolata da una singola famiglia allevata all'interno del Campus di Agripolis. In seguito, i favi sono stati posti in delle celle climatiche ad una temperatura costante di 35°C per permettere il normale sviluppo e sfarfallamento degli individui. Le api appena sfarfallate sono facili da maneggiare, in quanto non ancora capaci di volare e non in grado di pungere. Sul loro torace è stato apposto con una colla vegetale un bollino colorato (rosa, blu giallo o verde) contrassegnato da un numero. Questa operazione di marcatura è servita per riuscire a distinguere le api in osservazione da tutte le altre api dell'alveare. Le api sono state, poi, messe dentro piccole gabbiette per monitorarle e verificare eventuali fenomeni di mortalità. Sono state collocate in una cella termostatica in condizioni di temperatura e umidità relativa costanti e controllate. La temperatura è stata fissata a 35°C che corrisponde al valore ottimale che si ritrova all'interno degli alveari. Dopo circa due ore, sono state nutrite con una soluzione zuccherina, somministratagli tramite l'uso di una pipetta Pasteur da 5  $\mu$ L.



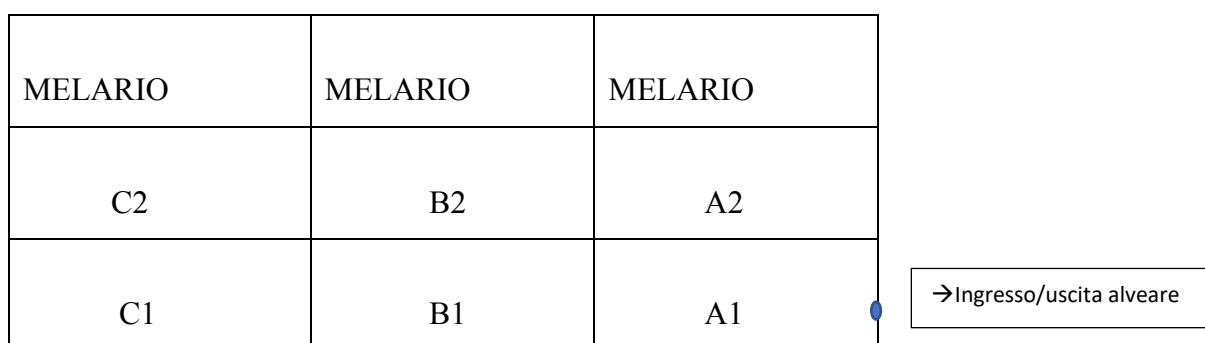
Figura 4: somministrazione della soluzione zuccherina alle api usate nell'esperimento.

Dopo averle nutrite sono state inserite nell'arnia di osservazione. Per facilitare la loro accettazione nella colonia, prima di essere inserite nell'alveare sono state cosparse di zucchero a velo.

### 3.2 L'arnia di osservazione

L'esperimento è stato condotto nell'apiario sperimentale dell'Università degli Studi di Padova. L'arnia è stata divisa in sei riquadri sia nella facciata destra sia in quella sinistra. I sestri della fila superiore sono stati contrassegnati con le sigle C2, B2, A2, i sestri della fila inferiore sono stati contrassegnati come C1, B1, A1. In aggiunta sono anche state annotate le api che occupavano le cellette del melario per cibarsi delle scorte.

MELARIO	MELARIO	MELARIO
C2	B2	A2
C1	B1	A1



→ Ingresso/uscita alveare

Figura 5: nomenclatura dei sestri e posizione del foro di entrata.

### 3.3 Descrizione del piano di lavoro

Le osservazioni sono state svolte a partire dall' 9 giugno 2022 fino al 13 luglio, per un totale di trentacinque giorni. Il piano di lavoro prevedeva l'osservazione di ciascun lato dell'arnia per circa trenta minuti e ciascuna ape avvistata veniva osservata al massimo un minuto. Se durante l'osservazione della giornata, un'ape veniva avvistata più volte, veniva annotato solo il primo comportamento osservato. Nella prima settimana le osservazioni sono state condotte al mattino, successivamente le osservazioni si sono tenute nelle prime ore del pomeriggio, dove si è riscontrata una maggiore attività delle api. Nello specifico i parametri annotati durante l'esperimento sono stati i comportamenti e la posizione che l'ape occupava nel favo. I comportamenti osservati sono stati i seguenti:

- Accudimento della covata: l'ape è parzialmente all'interno di una celletta contenente una larva o un uovo.
- Scorte: l'ape entra in una celletta che contiene polline o nettare.
- Ventilazione: l'ape agita per qualche minuto le ali da ferma.
- Trofallassi: l'ape estroflette il proprio apparato boccale entrando in diretto contatto con l'apparato boccale di un'altra ape.
- Danza: l'ape, spesso la bottinatrice, esegue dei movimenti riconducibili a una danza. In particolare, le danze osservate sono state: la danza dell'addome, quella circolare e quella sussultante.

- Grooming: ape bollinata che viene pulita da un'altra ape o ape bollinata che aiuta una compagna a pulirsi.
- Movimento: l'ape è in movimento sul favo (è compreso anche il movimento cosiddetto di washborading).

I dati raccolti sono stati inseriti e analizzati su un foglio Excel, con il quale sono stati creati i grafici che verranno illustrati nel prossimo paragrafo.

## 4. RISULTATI

### 4.1 Api osservate

Il giorno zero dell'esperimento, ossia il giorno dell'inserimento delle api marcate nell'arnia, alcune delle api campione non hanno superato l'accettazione della colonia e sono state portate fuori dall'alveare dalle altre api. Durante tutto l'esperimento sono state osservate 237 di 260 api totali inserite. Quindi il 91% delle api bollinate sono riuscite a sopravvivere e a farsi accettare dalla colonia.



Figura 6: andamento delle api osservate durante il periodo dell'esperimento.

Come si può notare dal grafico, il numero di api osservate per giorno diminuisce nel tempo.



## 4.2 Comportamenti delle api

Di seguito vengono riportati i grafici per ciascun tipo di comportamento osservato.

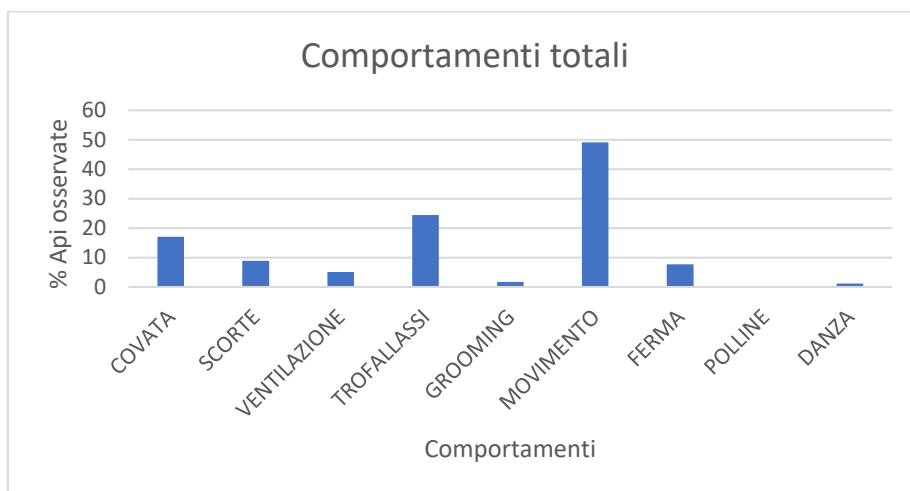
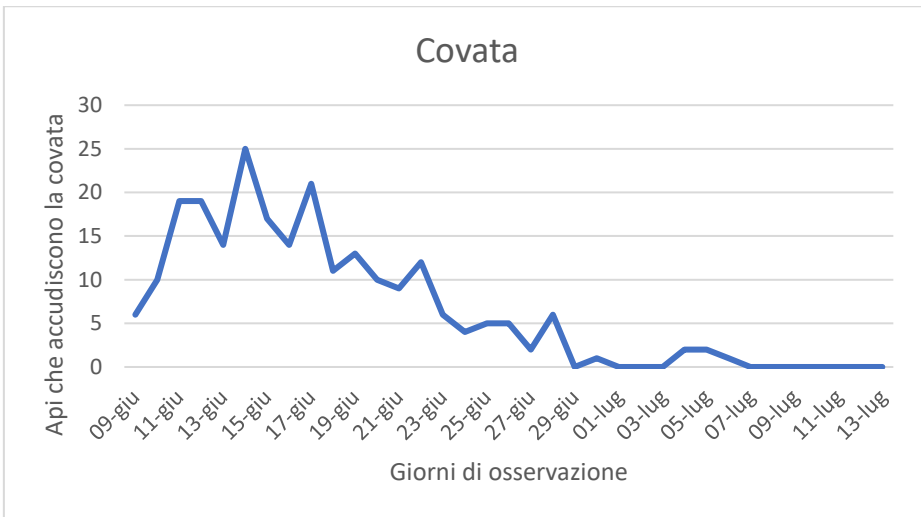


Figura 7: grafico che mette in relazione il numero totale di api con i comportamenti osservati durante tutta la prova sperimentale.

La percentuale di tutti i comportamenti osservati durante i trentacinque giorni di esperimento è stata la seguente:

- Il 17% delle api campione sono state osservate mentre si dedicavano alla cura della covata.
- L' 8,8% delle api campione in osservazione sono entrate nelle cellette per nutrirsi delle scorte.
- Il 5% delle api campione hanno effettuato ventilazione.
- Il 24,3 % delle api campione hanno effettuato trofallassi.
- L'1,7 % delle api campione hanno effettuato o ricevuto grooming (danza della pulizia) durante l'osservazione.
- Il 50% delle api campione hanno effettuato semplici movimenti, non riconducibili a danza o specifici comportamenti.
- Il 7,7 % delle api campione sono state osservate da ferme.
- 0,3 % delle api campione sono state osservate mentre trasportavano polline.
- 1,5 % delle api campione hanno effettuato una danza.

Di seguito vengono riportati i grafici per ciascun comportamento durante i trentacinque giorni complessivi.

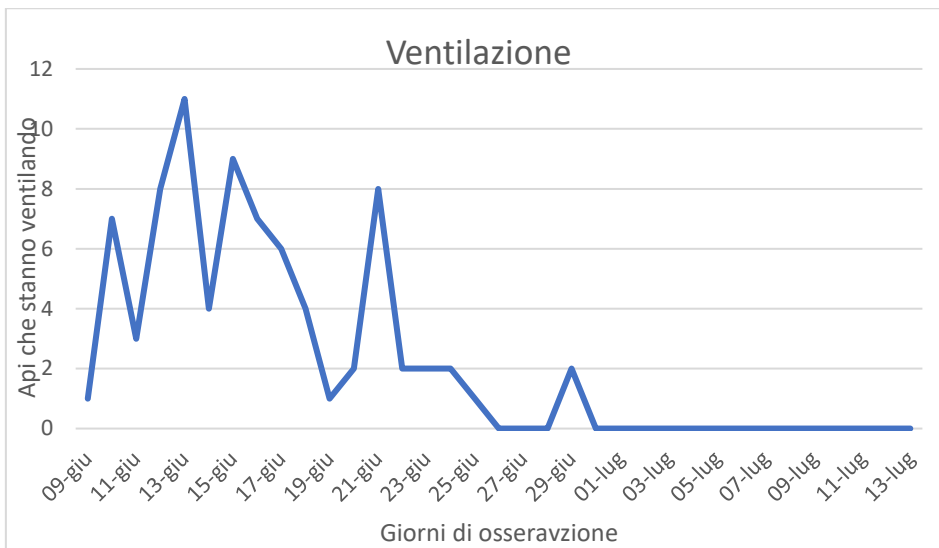


**Figura 8:** grafico che rappresenta l'andamento della cura della covata.



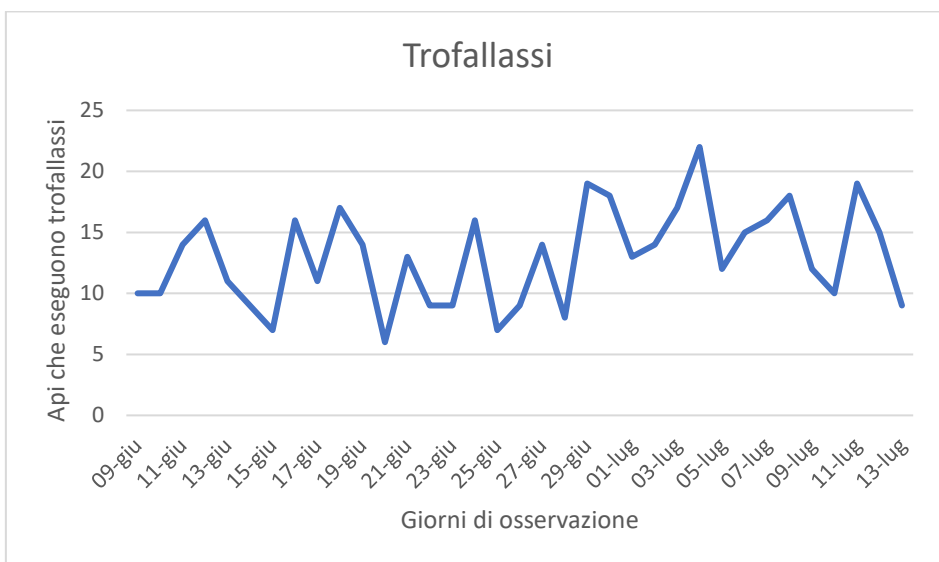
**Figura 9:** grafico che illustra l'andamento delle scorte.

Come si può notare i due grafici hanno una simile tendenza: i due comportamenti sono più accentuati nelle prime due settimane e poi decrescono.



**Figura 10:** grafico che rappresenta la tendenza della ventilazione.

L'attività interna della ventilazione risulta più frequente nella prima metà del periodo di osservazione, fino ad annullarsi negli ultimi giorni dell'esperimento.



**Figura 11:** grafico che rappresenta il comportamento della trofallassi.

L'attività della trofallassi inizia a partire dal primo giorno e ha un andamento pressoché costante durante tutti i giorni di osservazione. Complessivamente sono state osservate 455 azioni di trofallassi.



Figura 12: grafico che illustra l'attività di grooming.

La danza della pulizia o grooming, ha un andamento variabile e alternato nel tempo. In alcune giornate l'attività di pulizia è stata avvistata maggiormente, in particolare è stato registrato un picco di attività di pulizia nel secondo giorno nel quale sono state osservate cinque api effettuare grooming.



Figura 13: grafico che illustra il numero di danze osservate.

La prima danza è stata osservata dopo 18 giorni di osservazione. Durante tutto il periodo sono state osservate solo due api bottinatrici identificate mentre erano in possesso delle sacche di polline. Invece, le api danzatrici complessive osservate sono state ventuno. In particolare, le danze annotate sono state quella dell'addome, quella circolare e quella sussultante.

### 4.3 Relazione tra comportamenti e posizione nel favo

Tutti i comportamenti osservati si sono svolti in precise posizioni del favo. Di seguito sono illustrati i grafici che rappresentano la % di api che occupavano una specifica posizione del favo in relazione alle settimane di osservazione.

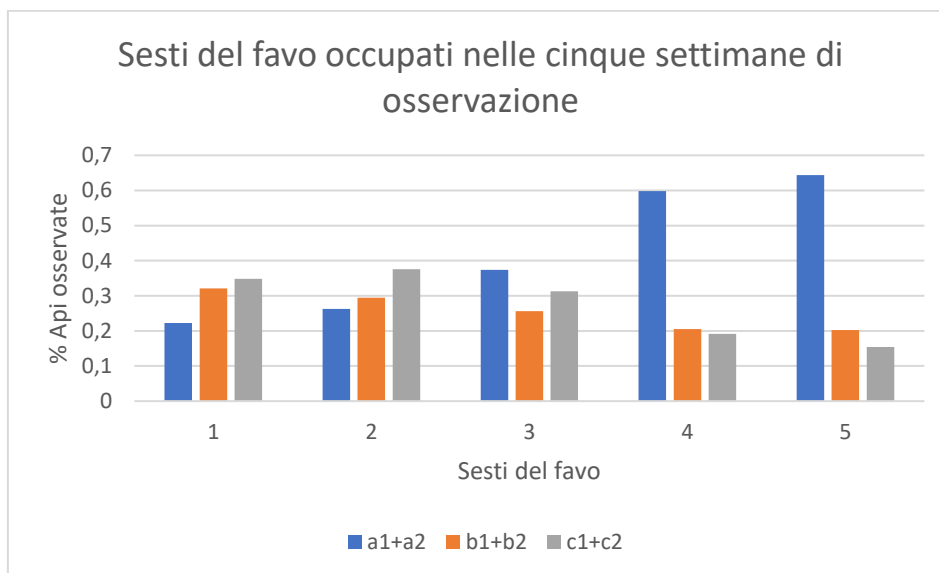


Figura 14: il grafico evidenzia la % di api che occupavano determinate posizioni del favo in relazione alle settimane di osservazione.

Nelle prime due settimane le posizioni C1 e C2 del favo sono state le più favorite, nello specifico questi sestri del favo sono stati occupati da circa il 35% delle api nei primi quattordici giorni dell'esperimento. Facendo riferimento al grafico 8 che illustra l'andamento della cura della covata si deduce che la maggior parte delle api hanno occupato le cellette presenti in questa area dell'arnia. Si può notare che la presenza sui sestri B1 e B2 è stata abbastanza costante nelle prime tre settimane dell'esperimento e poi è diminuita nelle ultime due. Durante tutte le cinque settimane complessivamente il 25% delle api campione sono state osservate mentre occupavano questa posizione del favo. Si nota, invece, che le posizioni A1 e A2 del favo sono state decisamente quelle favorite nelle ultime due settimane di osservazione. Nella prima settimana solo il 22% delle api sono state osservate in questi due sestri, fino ad arrivare all'ultima settimana dove sono state avvistate il 64% delle api marcate. Per cercare di trovare una relazione tra le danze effettuate e la rispettiva posizione del favo è stato realizzato il grafico sottostante che mette in dipendenza queste due variabili.

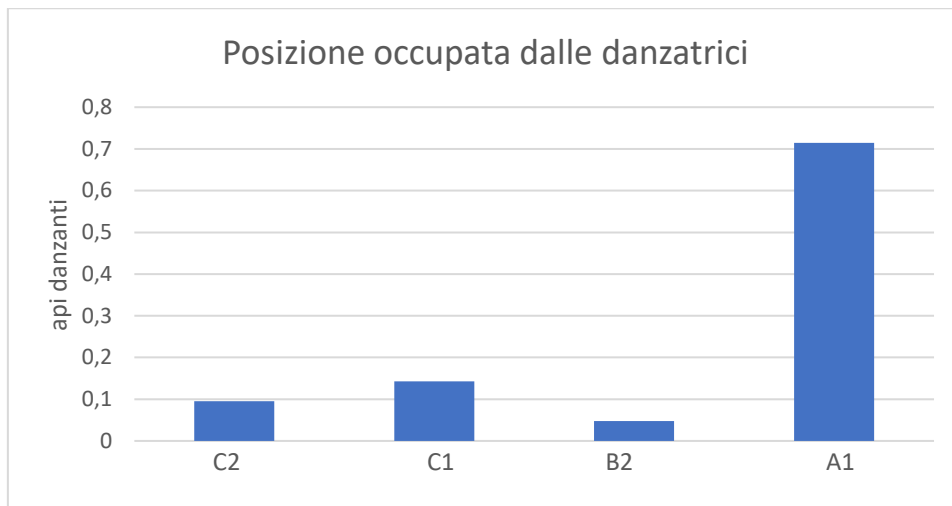


Figura 17: il grafico rappresenta la posizione occupata dalle api danzatrici.

Durante tutto il periodo dell'esperimento sono state osservate complessivamente ventuno api danzatrici. Il 71% delle danze si sono svolte in posizione A1, il 15% in posizione C1, il 9,5% in C2 e il 5% in B2. Si deduce che la zona del favo preferita dalle danzatrici è quella situata vicino all'ingresso dell'alveare.

## 5. DISCUSSIONE

Analizzando il grafico 6 che riporta l'andamento delle api osservate, si nota che il numero di api osservate per giorno diminuisce. Questo è in linea con le aspettative. L'andamento decrescente del grafico è dato dal contributo principale di due fattori:

1. La mortalità delle api, che aumenta giorno dopo giorno.
2. Eliminazione dei bollini. Diversi bollini sono stati ritrovati a terra. Le api sicuramente infastidite, hanno provato a togliersi il bollino, forse aiutate anche da altre compagne. Purtroppo, dal momento che un'ape non è più marcata, non è più oggetto di osservazione.

La retta del grafico decresce, ma non in modo lineare, bensì con un andamento a zig-zag. Ad esempio, il primo giorno sono state osservate 83 api, il quarto giorno ne sono state individuate 103. Per analizzare in modo corretto tutti i grafici bisogna fare ulteriori considerazioni: durante l'esperimento le api non sono state osservate per tutto il giorno, ma per un tempo limitato, durante il quale alcune api potrebbero non essere state individuate poiché nascoste all'interno delle cellette o negli angoli dell'arnia, o magari impegnate a foraggiare all'aria aperta.

Il comportamento maggiormente osservato nei primi giorni è stato la cura della covata, infatti; come descritto nella parte introduttiva, nei primi giorni di vita le api sono nutrici; ovvero producono pappa reale con lo scopo di accudire e nutrire le larve. Oltretutto nei primi giorni dopo lo sfarfallamento le api erano piuttosto affamante e quindi si è riscontrato un maggior utilizzo delle cellette contenenti le scorte. L'andamento di questi comportamenti rispecchia la linea teorica dello sviluppo etologico di *Apis mellifera*. Nelle prime settimane anche l'attività di ventilazione è stata notevole, c'è stato un picco tra il quinto e il decimo giorno dell'esperimento. L'unico comportamento che si è mantenuto stabile durante tutti i trentacinque giorni è stata l'attività di trofallassi, che è stata con una media di 13 scambi di trofallassi al giorno. Gli unici comportamenti che si sono concentrati maggiormente nell'ultimo periodo sono stati le danze e l'attività di foraggiamento. Anche l'andamento di questi ultimi due comportamenti è coerente con le predizioni teoriche, visto che le api cominciano a uscire dall'alveare per la raccolta del polline dopo circa tre settimane dallo sfarfallamento.

La distribuzione dei comportamenti osservati nel tempo è in linea con le predizioni teoriche. Durante i primi giorni di vita le api hanno principalmente rivolto l'attenzione alla cura della covata. Le larve sono state perlopiù nutrite con miele e polline. Inoltre, nei primi tempi, le api neo-sfarfallanti sono anche state più volte ritrovate nel melario a cibarsi delle scorte, utili sia a nutrire loro, sia le larve di cui si sono prese cura. In seguito, le api hanno cominciato a dedicarsi

maggiormente alle attività di pulizia, tra cui la ventilazione. Questa attività, in realtà, è molto influenzata dalle condizioni climatiche e dal livello di insolazione a cui è esposta l'arnia, la ventilazione sarà sicuramente più intensa durante i giorni molto caldi e afosi. Questa attività serve a mantenere costante la temperatura all'interno dell'arnia; il movimento delle ali serve a fare "arieggiare" l'ambiente, al fine di far abbassare la temperatura. La regolazione termica è molto importante soprattutto nella zona della covata, dove la temperatura deve sempre oscillare tra i 33 e i 37°C. Temperature più alte o più basse potrebbero compromettere la vita delle larve (Contessi, 2016). Bisogna inoltre considerare che nei primi dieci giorni le osservazioni sono state condotte durante le ore del mattino, dove l'arnia si trovava più esposta al sole. In seguito, le osservazioni sono state spostate alle prime ore pomeridiane, dove l'arnia si trovava più in ombra. Sarebbe interessante condurre ulteriori esperimenti per quantificare l'attività di ventilazione su due diversi favi esposti a diversi tassi di insolazione. L'unico comportamento che è stato osservato dal primo all'ultimo giorno con un andamento pressoché costante è stata l'attività di trofallassi. Lo scambio di cibo fra gli individui della colonia è una caratteristica degli insetti sociali. Questo comportamento è alla base della vita sociale poiché permette ai componenti di essere sempre in contatto e in comunicazione gli uni con gli altri. A partire dal diciannovesimo giorno le api hanno cominciato a dedicarsi alla raccolta del cibo: sono state avvistate due api foraggiere e sono state osservate ventuno api danzatrici. Le danze osservate sono state la danza dell'addome, quella circolare e quella sussultante. Rispettivamente, le prime due forniscono indicazioni circa la posizione della sorgente trofica, mentre la danza sussultante serve a reclutare altre api compagne per esortarle a uscire per andare a caccia di cibo. È stata trovata inoltre, una corrispondenza tra le danze e la posizione dei sestri del favo in cui veniva osservata la danzatrice. Il 71% delle danze si sono svolte nel sesto A1, ossia quello situato più vicino all'ingresso dell'alveare. È possibile presumere che la maggior parte delle danze avvengano in questa posizione per comodità, in quanto sia le foraggiatrici sia le compagne reclutate possono entrare e uscire in modo più immediato. Sono stati condotti degli studi che hanno dimostrato la reale preferenza delle api nell'effettuare danze in prossimità dell'ingresso e che questo comportamento possa essere, in parte, dipendente da dei marcatori chimici, ancora poco chiari (Ortis et al., 2019). L'area preferenziale del favo dove avvengono le danze è stata definita "pista da ballo" ed è localizzata ai bordi dei favi anche in condizioni naturali (Tautz et al., 1998).

La danza delle api rappresenta una delle forme di comunicazione più evolute e affascinanti del mondo animale. La vita coloniale nell'alveare è qualcosa di indescrivibile: "ciò che le api



riescono a comunicarsi l'un l'altra, circa i luoghi di raccolta, supera quanto ci sarebbe potuto aspettare da degli insetti con un cervello non più grande di un granello di miglio” (Grout, 1981).

## **BIBLIOGRAFIA:**

Bellucci, V.; Ciccarese, L.; Cascone, C. 2020. *Il declino delle api e degli impollinatori*. Quaderni natura e biodiversità. Roma: ISPRA Ambiente, 10-13.

Bohrer, K. 2006. «Understanding “washboarding” behavior in the honey bee». Recuperato 28 marzo 2023 (<https://iussi.confex.com/iussi/2006/techprogram/P2650.HTM>).

Carpana, E. 2004. *Il genere Apis: evoluzione e biogeografia*. L'ape regina-allevamento e selezione, a cura di M. Lodesani. Bologna: Avenue media, 23-89.

Chittka, L.; Rossi, N. 2023. «Bees learn to dance». *Science* 379 (6636):985–86. doi: 10.1126/science.adg6020.

Contessi, A. 2016. *Le api: biologia, allevamento, prodotti / Alberto Contessi*. 4. ed. Milano: Edagricole.

Crailsheim, K.; Thenius, R.; Schmickl, T. 2004. «Ottimizzazione della raccolta del nettare nelle api». *APOidea* 1, 5-11.

Bolzonella, C.; Ranzani, G.; Boatto V.; Zanella, A. 2020. «Api e apicoltura, un binomio inscindibile». Limesda (PD): Veneto Agricoltura - Settore Ufficio Stampa e Comunicazione.

Dreller, C.; Tarry, D.R.. 2000. «Perception of the Pollen Need by Foragers in a Honeybee Colony». *Animal Behaviour* 59(1):91–96. doi: 10.1006/anbe.1999.1303.

Farina, W. M. 2000. «The Interplay between Dancing and Trophallactic Behavior in the Honey Bee *Apis Mellifera*». *Journal of Comparative Physiology A: Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 186(3):239–45. doi: 10.1007/s003590050424.

Fontana, P.; Zanotelli, L. 2022. «Conservare i prati ricchi di specie per conservare le api: relazione tra apoidei selvatici e comunità vegetali in Val di Fiemme.» San Michele all'Adige (TN): Fondazione Edmund Mach.

Frilli, F.; Barbattini, R.; Milani, N. 2001. *L'ape: forme e funzioni*. Bologna: Calderini Edagricole.

von Frisch, K. 1971. «Bees. Their vision chemical senses and language.» Cornell University.

- Grout, R. A. 1981. *L'ape e l'arnia. Edizione italiana a cura di Abramo Andreatta ... [et al.]*. Bologna: Edagricole.
- Hölldobler, B.; Wilson, E. O. 2020. *Il superorganismo: Bellezza, eleganza e stranezza delle società degli insetti*. Adelphi Edizioni spa.
- Land, B.; Seeley, T. A. 2004. «The Grooming Invitation Dance of the Honey Bee». *Ethology* 110(1):1–10. doi: 10.1046/j.1439-0310.2003.00947.x.
- Oppenheimer, J. 1963. «Erinnerungen Eines Biologen. Karl von Frisch». *The Quarterly Review of Biology* 38(4):378–79. doi: 10.1086/403955.
- Ortis, G. 2014. «La danza delle api. Studio dei criteri di scelta della “pista da ballo” da parte delle foraggiatrici.» Università degli Studi di Trieste.
- Ortis, G.; Frizzera, D.; Seffin, E.; Desiderato, A.; Nazzi, F. 2019. «Honeybees use various criteria to select the site for performing the waggle dances on the comb». *Behavioral Ecology and Sociobiology* 73(58):58. doi: 10.1007/s00265-019-2677-9.
- Pagani, D. 2019. *Quaderno di apicoltura biologica*. Monterenzio (BO): CONAPI Consorzio Apicoltori ed Agricoltori Biologici Italiani Cooperativa Agricola.
- Ramsey, M.; Bencsik, M.; Newton, M. I. 2018. «Extensive Vibrational Characterisation and Long-Term Monitoring of Honeybee Dorso-Ventral Abdominal Vibration Signals». *Scientific Reports* 8(1):14571. doi: 10.1038/s41598-018-32931-z.
- Rogers, L. J.; Rigosi, E.; Frasnelli, E.; Valloertigara, G. 2013. «A Right Antenna for Social Behaviour in Honeybees». *Scientific Reports* 3(1):2045. doi: 10.1038/srep02045.
- Southwick, E.; Moritz, R. 1987. «Social control of air ventilation in colonies of honey bees, *Apis mellifera*». *Journal of Insect Physiology* 33:623–26. doi: 10.1016/0022-1910(87)90130-2.
- Tautz, J.; Lindauer, M. 1998. «Honeybees establish specific sites on the comb for their waggle dances.» *Journal of Comparative Physiology A: Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* A(180):537–39.

- Tautz, J.; Rohrseitz, K. 1998. «What attracts honeybees to a waggle dancer?» *Journal of Comparative Physiology A: Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* A(183):661–67.
- Tautz, J. 2008. *Il ronzio delle api / Jurgen Tautz ; con fotografie di Helga R. Heilmann*. Milano: Springer.
- Wainelboim, A. J.; Farina, W. M. 2003. «Trophallaxis in Honeybees, *Apis Mellifera* (L.), as Related to Their Past Experience at the Food Source». *Animal Behaviour* 66(4):791–95. doi: 10.1006/anbe.2003.2256.