



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE**

**Altezza e caratteristiche del volo delle api,
in relazione alla possibilità di incontrare le
seminatrici in azione**

Relatore: **Prof. Vincenzo Girolami**

Correlatore: **Dott. Matteo Marzaro**

Laureando: **Stefano Maistrello**

Matricola n.: **1013741**

ANNO ACCADEMICO 2011- 2012

Indice

1. Riassunto	5
1.1. Abstract	6
2. Introduzione	7
2.1. L'ape	7
2.1.1. Importanza dell'ape	8
2.1.2. Principali avversità delle api	9
2.1.3. Le api e il loro volo	15
2.2. La concia del mais	16
2.2.1. I neonicotinoidi	18
2.2.2. Meccanismo d'azione dei neonicotinoidi	19
2.2.3. Principi attivi neonicotinoidi impiegati nella concia dei semi di mais	20
2.2.4. Blocchi normativi sull'uso dei concianti	24
2.3. Semina del mais	26
2.3.1. Moria da impolveramento durante la semina del mais	27
2.3.2. Possibili modifiche alla seminatrice	28
3. Il volo delle api	31
3.1. Obiettivi dell'osservazione	31
3.2. Materiale e metodi	31
3.2.1. Addestramento api per il volo guidato	32
3.2.2. Osservazione del volo libero	33
3.2.3. Osservazione del volo guidato con sfondo fisso	34
3.3. Comportamento delle api	35
3.3.1. Comportamento durante "l'addestramento"	35
3.3.2. Comportamento delle api durante il volo libero	37
3.3.3. Comportamento delle api durante il volo guidato con sfondo fisso	38
4. Relazioni tra volo delle api ed impolveramento	43
5. Conclusioni e discussioni	47
6. Bibliografia	51
7. Ringraziamenti	57



1. Riassunto

Negli ultimi anni si è molto parlato e discusso di moria delle api, perdita di intere colonie e spopolamento di molti apiari; sappiamo l'importanza che hanno i pronubi ed in particolare le api (*Apis mellifera* L.) per l'agricoltura, ma soprattutto per l'intero ecosistema, basti pensare che gli insetti pronubi impollinano circa l'80% delle piante ad impollinazione entomofila.

Molte sono state le accuse rivolte nei confronti degli agrofarmaci usati in agricoltura, accusati di essere i responsabili della morte di molti insetti e delle api in particolare, ma anche responsabili di ridurre la biodiversità nei nostri campi, distruggendo nell'immaginario comune la figura delle campagne come oasi naturali, trasformandole in fabbriche che producono cereali, frutta e ortaggi.

Tra i prodotti che più sono stati additati quali responsabili della moria degli insetti ci sono i neonicotinoidi, usati come concianti per trattare i semi, anche di mais, questi servono per proteggere prima il seme e poi la plantula da attacchi di fitofagi. Questi prodotti vengono fatti aderire sull'epicarpo dei semi, formando una pellicola, per creare una barriera protettiva al seme che quindi non viene attaccato dai fitofagi.

Sono stati eseguiti svariati studi e formulate molte ipotesi sulle possibili cause di correlazione tra concia e moria, a partire dalle guttazioni di mais (Girolami, 2008) fino ad arrivare all'impolveramento diretto delle api con le polveri emesse dalla seminatrice. Quest'ultima ipotesi fonda le sue radici sulla possibilità che le api possano incontrare, durante i loro voli, la nube di particolato emessa dalla seminatrice contenente anche frammenti di concia.

Le api possono allora, incappando in tale nube, entrare in contatto con frammenti di insetticida e andare incontro ad una intossicazione con conseguente possibile morte, tale tesi è sostenuta anche dalle analisi effettuate sul volo dove si può scoprire che le api tendono a volare ad altezze di 2-4 metri in media, variabili poi a seconda delle condizioni, ma sufficienti per essere travolte dalla nube emessa dalle seminatrici la quale supera anche i 3,5 m di altezza e gli oltre 20 m di ampiezza.

PAROLE CHIAVE: api (*Apis mellifera* L.), altezza di volo, impolveramento, concia

1.1. Abstract

In the last years, we have heard lots of talk about the death of bees, loss of entire colonies and half-life of many apiaries. We all know the importance of bees (*Apis mellifera L.*) for agriculture but also for the entire ecosystem, considering that they are the pollinators of about 80% of the plants pollinated by insect.

Plant protection products used in agriculture, have been accused to be responsible for the deaths of many insects in particular bees, but also to be liable for reducing the biodiversity in our fields, destroying the common image of countries as natural oasis, and turning them into factories producing cereals, fruits and vegetables. The most responsible products for insect's disease, there are the neonicotinoids, used as tanning in order to treat seeds, including the maize, and to protect the seed from the attack of pests before and after seeding. These products are put on the surface of seeds to create a protective barrier against pests.

Several studies have been carried out and formulated many hypotheses about the possible causes of correlation between tanning and blight, from corn guttation to direct bees dustiness with dust emitted from the drill (Girolami, 2008). The latter hypothesis has its roots on the possibility that the bees may encounter during their flights, the cloud of particulates emitted by the seed also contains fragments of tanning.

The bees may then running into the cloud, get in touch with fragments of insecticide and experience a poisoning and can lead to death, that argument is also supported by the analysis performed on the flight where you can discover that bees tend to fly at heights of 2-4 meters, then variable depending on the conditions, but enough to be overwhelmed by the cloud emitted by the seed which also exceeds the 3.5 m high and over 20 meters wide.

KEY WORDS: bees (*Apis mellifera L.*), height of flight, dustiness,, tanning

2. Introduzione

2.1. L'ape

Le api (*Apis mellifera*) fanno parte della famiglia delle Apidi, dell'ordine degli Imenotteri. Come tutti gli insetti, le api hanno sei zampe ed il loro corpo è diviso in tre parti: capo, torace ed addome. Hanno delle parti del corpo modificate per poter raccogliere polline e nettare (che poi verrà trasformato in miele); queste modificazioni riguardano la struttura dell'apparato boccale e delle zampe.



Immagine 1: ape in volo di bottinamento.

L'apparato boccale è adatto alla raccolta dei liquidi: se l'insetto vuole raccogliere dell'acqua o dello zucchero disciolto impregna il labello di liquido che poi passa nel solco ligulare e vi sale per capillarità. Quando i liquidi arrivano alla faringe si mescolano al secreto delle ghiandole salivari che vi sboccano, e una volta entrati nell'ingluvie o borsa melaria, subiscono l'azione enzimatica della saliva che elabora il nettare trasformandolo in miele (Frisch, 1951).



Immagine 2: ape dopo un volo di bottinamento.

Oltre al nettare e all'acqua un altro alimento indispensabile per i melliferi è il polline che fornisce loro sostanze azotate. Il polline viene raccolto ed immagazzinato principalmente dalle zampe. Il primo articolo del tarso, soprattutto nelle zampe posteriori è molto lungo e largo e possiede verso l'interno una spazzola di peli che serve all'insetto per raccogliere il polline sparso sul corpo. La tibia delle zampe posteriori ha una depressione longitudinale sulla faccia esterna che si chiama cestella; in questa viene ammassato il polline.

Le api vivono nell'alveare; la costruzione dei favi è affidata a giovani api (10-15 giorni di età). Queste vengono nutrite abbondantemente con miele e si attaccano alla volta dell'arnia, allacciandosi le une alle altre in modo da formare una catena; le secetrici di cera rimangono in questa posizione anche per 24 ore, dopo di che la cera comincia a comparire sotto forma di esili lamelle sull'addome. A questo punto un'ape si stacca dal festone e sale verso la volta

dell'arnia, dove depone la cera staccata dall'addome e manipolata dalle mandibole e costruisce un primo piccolo blocco; questa operaia rientrerà nel gruppo per lasciare il posto ad un'altra. Le cellette di un alveare non hanno tutte lo stesso scopo: alcune servono per l'allevamento ed altre come deposito degli approvvigionamenti, miele e polline. Le celle dove vengono deposte le uova sono chiuse da un opercolo di cera così come quelle che contengono miele, mentre le celle con il polline rimangono aperte. Un alveare può contenere da 30.000 a 100.000 api operaie a seconda della grandezza dell'arnia; le api operaie hanno una vita non superiore alle 5-6 settimane nel periodo di grande lavoro, ma quelle nate in autunno riescono ad arrivare fino alla successiva primavera (naturamediterraneo, 2010).

2.1.1. Importanza dell'ape

“Se spariscono le api, all'uomo resteranno quattro anni di vita”. (Albert Einstein)



Immagine 3: ape durante l'impollinazione.

Dal punto di vista ecologico l'ape svolge un importantissimo compito, quello di essere un insetto pronubo, ossia che favorisce l'impollinazione, trasferendo il polline da un fiore all'altro.

Il mantenimento della biodiversità vegetale, cioè di un adeguato numero di specie di piante spontanee e coltivate, è possibile solo se c'è una quantità elevata di insetti impollinatori. Tra questi l'ape svolge un ruolo di primaria importanza. Si consideri, inoltre, che le api sono utilizzate per l'impollinazione delle colture protette e dei frutteti specializzati (circa l'80 % dell'impollinazione è dovuto ai pronubi) garantendo una più efficace fecondazione e quindi una maggiore resa produttiva.

Si calcola che circa 52 su 115 dei più importanti prodotti alimentari dipendono direttamente dall'impollinazione delle api per la produzione dei frutti o dei semi, indirettamente il 35% della dieta umana dipende dai benefici ottenuti dall'impollinazione (Klein et al., 2007). Il valore economico degli insetti impollinatori è stimato a 153 miliardi di euro (nel 2005) che vuol dire circa il 9,5% della produzione agricola mondiale (Gallai et al., 2009), nei soli USA nel 2000 il valore delle colture impollinate dalle api è di 14,7 miliardi di dollari (Morse, 2000). Quindi gli insetti pronubi ed in particolare le api hanno un'importante valore sia ecologico che economico, sia diretto che indiretto.

Le api sono tra gli insetti pronubi più importanti per alcune loro peculiari caratteristiche:

- la folta peluria che ricopre tutto il corpo, che facilita l'adesione dei granuli di polline;
- l'elevato numero di fiori visitati in un giorno perché le api sono delle instancabili volatrici;
- la "fedeltà" ad una specie dall'inizio alla fine della sua fioritura, poiché una volta che un'ape ha trovato una buona fonte di nettare continuerà a visitare quella specie fino a che il nettare è disponibile;
- la capacità di comunicare alle compagne, danzando, la posizione e l'entità di una sorgente nettarifera.

Un'altra importante azione che svolge l'ape a livello ecologico è derivata dal fatto che in una giornata di lavoro, le api operaie, che svolgono attività bottinatrice, escono dall'alveare ripetute volte. Questo fa sì che l'ape sia in continuo contatto con l'ambiente circostante, bottinando su fiori e piante, prati e boschi, nonché venire a contatto con altre sostanze, che trasportano all'interno dell'alveare. In questo modo l'alveare può risultare una preziosa fonte di informazione sulla presenza di sostanze inquinanti nell'aria e l'ape, con i suoi continui voli di esplorazione, diventa una vera sentinella ambientale. Alcune sostanze inquinanti possono essere prese dall'ape con il semplice contatto con suolo, vegetazione, aria e acqua (A.M.A, 2010).

2.1.2. Principali avversità delle api

Molte sono le avversità che possono colpire un apiario, tra le più importanti ricordiamo: la *varroa*, il *nosema*, la peste americana, la peste europea, acariosi, vari virus ed in fine il CCD (Colony Collapse Disorder). Anche queste cause hanno concorso a creare un sempre maggior calo del numero di colonie in Italia ed in Europa, basti pensare che nella sola Italia dal 1992 al 2010 le colonie di api sono passate da un milione e trecento mila a cinquecentomila (FAO,

2012)

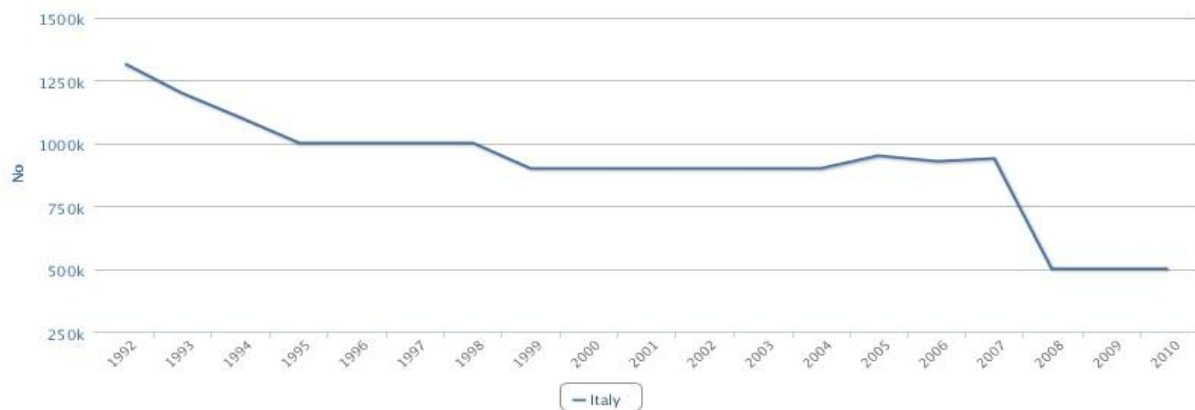


Immagine 4: decremento a livello italiano del numero di colonie presenti nel nostro paese, dal 1992 al 2010 si è passati da circa 1,3 milioni di colonie a mezzo milione circa (fonte dati FAO)

Varroa destructor

È un acaro parassita esterno, che attacca le api *Apis cerana* e *Apis mellifera*. L'acaro varroa è stato trovato su altri insetti impollinatori quali il bombo *Bombus pennsylvanicus*, lo scarabeo *Phanaeus vindex* e la mosca dei fiori *Palpada vinetorum* (Kevan et al., 1990). Sebbene l'acaro *Varroa destructor* (Anderson e Trueman, 2000) non possa riprodursi su tali insetti, la sua presenza su di essi può essere un mezzo tramite il quale diffondersi nel raggio di brevi distanze. La varroa si può riprodurre solamente in una colonia di api mellifere. Si attacca al corpo dell'ape e la indebolisce succhiandone l'emolinfa. Durante questo processo l'acaro può anche trasmettere agenti virali RNA all'ape. Una grande infestazione di acari può portare alla morte della colonia, di solito questo accade tra la fine dell'autunno e l'inizio della primavera. Senza dei trattamenti chimici periodici, la maggior parte degli apiari allevati in climi temperati sono destinati a collassare nel giro di 2-3 anni (Rosenkranz et al., 2010). La varroa è considerata un fattore cruciale nel decremento del patrimonio apistico e del numero di apicoltori in Europa (De la Rúa et al., 2009). L'acaro varroa è il parassita con il più pronunciato impatto economico nell'industria dell'apicoltura ed è da considerarsi il parassita più dannoso delle api a livello mondiale (Rosenkranz et al., 2010).

Attualmente per la lotta contro la varroa vengono effettuati diversi interventi all'anno di lotta diretta o indiretta, mediante trattamenti chimici o pratiche apistiche atte a ridurre l'infestazione di tale acaro.

Nosema apis

È un microsporidio, parassita unicellulare che affligge normalmente *Apis cerana* solo recentemente è comparso anche su *Apis mellifera* (Paxton et al., 2007). Causa la noseemia, a cui spesso ci si riferisce con il termine nosema, e che, con la *Varroa destructor*, costituisce la

patologia maggiormente diffusa. Lo stato dormiente del *Nosema apis* (Zander, 1909) è costituito da spore resistenti alle variazioni di temperatura e di umidità. Le spore di nosema non possono essere infatti distrutte con il congelamento dei favi contaminati. Si localizzano nelle cellule dell'epitelio intestinale ed in altre cellule (Bailey, 1955). Le spore sono circondate da uno spesso involucro prodotto dalla cellula che vi è contenuta; entro la spora vi è un "filamento polare" che si diparte da un sacco, o "cappa polare", e si avvolge nella parte periferica della cellula. Il filamento assicura l'aggancio alle cellule dell'ospite e serve anche come dotto di uscita per l'amebula; questa entra nelle cellule intestinali ove inizia l'accrescimento (Frixione et al., 1992); essa va incontro ad una serie di divisioni in seguito alle quali si formano molte cellule: ognuna di queste dà luogo ad una spora (Thomas et al., 2004). Le cellule ospiti divengono ipertrofiche e rilasciano le spore mature che escono all'esterno con le feci.

Peste americana

La peste americana è una malattia batterica largamente diffusa. E' generalmente considerata una della più gravi malattie delle api, poiché causa importanti perdite economiche agli apicoltori. Quando viene riscontrata negli alveari, alcuni apicoltori incontrano difficoltà a controllarla. La peste americana è una malattia delle covate causata dal batterio *Bacillus larvae* (White, 1907).

Le spore della peste americana, che sono la forma dormiente dei bacilli, sono estremamente resistenti e possono rimanere in vita negli alveari o nel materiale infettato anche per più di trentacinque anni e l'unico mezzo per la disinfezione è la distruzione degli alveari.

Peste europea

Melissococcus pluton (White, 1912) è un batterio Gram-positivo, agente eziologico della peste europea, una malattia della covata delle api. Numerosi batteri concorrono insieme a *Melissococcus pluton* a determinare la peste europea nelle api: *Paenibacillus alvei*, *Enterococcus faecalis*, *Brevibacillus laterosporus* (APAS, 2010). Le larve di api si infettano con l'alimentazione; *Melissococcus pluton* si moltiplica nel mesointestino delle larve a spese del cibo somministrato dalle api nutrici. Se il cibo destinato alle larve è limitato, questo può essere quasi del tutto consumato dal patogeno, determinando la morte della larva "per fame". Quando questo è abbondante la larva sviluppa normalmente e una volta pupa emette l'agente infettante, diffuso alle altre larve tramite le api nutrici. Le larve sono comunque destinate a morire: dapprima il corpo assume un aspetto flaccido, poi giallo chiaro per passare a marrone in stadio avanzato (Govan et al., 1998).

Acariosi

Acarapis woodi è un acaro endoparassita delle api appartenente alla famiglia Tarsonemidae (Rennie, 1921). Vive e si riproduce all'interno dell'apparato respiratorio delle api, dal quale esce soltanto per infestare altre api. L'acaro fora con il proprio apparato boccale le tube tracheali dell'ape e succhia l'emolinfa dell'ospite. L'identificazione del parassita può avvenire solo a mezzo di un microscopio data la dimensione ridotta dell'acaro. I sintomi dell'acariosi sono di difficile identificazione e si sovrappongono a quelli di altre tipiche patologie che affliggono gli alveari. Poiché la diagnosi e quindi il grado di infestazione sono di difficile identificazione la cura più efficace resta la distruzione delle famiglie infette (Bailey, 1958). Per il contenimento e la profilassi si è notata l'efficacia delle sostanze a base di olii essenziali (mentolo, timolo) normalmente utilizzate per la lotta alla Varroa.

Pesticidi

L'agricoltura moderna usa sempre più fitofarmaci per il controllo di malerbe, funghi e insetti, per proteggere le produzioni. Le api ne risentono sempre più di questi prodotti e sono sempre più esposte al pericolo di venire a contatto con tali prodotti, durante la loro normale attività di bottinamento. I regolamenti sull'utilizzo dei prodotti è sempre stato mirato sull'evitare il contatto diretto dei prodotti con gli insetti utili cercando di evitare l'intossicazione diretta ma alcune sostanze possono avere anche effetti sub-letali come la paralisi, il disorientamento, anomalie comportamentali e comunicative (Desneux et al., 2007).

Contro gli effetti diretti di intossicazione in molti paesi esistono specifiche leggi che tendono a proteggere le api e altri insetti pronubi; nonostante ciò anche recentemente si sono verificate casi importanti di elevata mortalità di api a causa dell'uso di insetticidi, come il caso accaduto nel sud della Germania nel 2008 dove 11000 colonie furono gravemente danneggiate dall'intossicazione causata dalle polveri di neonicotinoidi prodotte durante la semina di sementi di mais conciate con tali prodotti (Nikolakis et al., 2009).

Colony Collapse Disorder (CCD) o Sindrome dello Spopolamento delle Colonie

Il CCD è una sindrome anomala e non ben spiegata per il momento, consiste nello spopolamento delle colonie all'inizio della stagione, è una sindrome che non si riscontra ogni anno, la sua diffusione ed estensione non è uniforme, non lascia tracce comuni tra i vari casi. Nel 2007 tali episodi avrebbero causato una perdita tra il 30 e il 50% del patrimonio apistico nazionale ed europeo. In alcune aree degli Stati Uniti d'America il fenomeno dello spopolamento, definito CCD (*Colony Collapse Disorder*), ha fatto registrare perdite al

patrimonio apistico con percentuali prossime al 60-70% (VanEngelsdorp et al., 2009; Todisco, 2008).

I sintomi comuni sono:

- La rapida perdita di api operaie delle colonie malate dimostrata dalle debolezza delle colonie con eccessiva covata rispetto alla popolazione adulta;
- La notevole perdita di api operaie morte sia all'interno sia intorno agli alveari colpiti;
- L'invasione di parassiti dell'alveare e parassiti del saccheggio di colonie vicine

La perdita di colonie su vasta scala non sono nuove per l'apicoltura; Dal 1869 ad oggi si sono registrati almeno 18 casi di insolita elevata mortalità documentata a livello internazionale. In qualche caso la descrizione dell'evento poteva essere simile a quello che oggi è espresso come CCD. Negli Stati Uniti, tra il 1980 ed il 2005 il numero di colonie è passato dai 4,5 milioni a 2,4 milioni (VanEngelsdorp et al., 2007).

Molte sono le ipotesi della causa di questa sindrome, ma non è ancora stato verificato in maniera sicura quale sia il preciso motivo. Uno studio effettuato negli Stati Uniti per tentare di dare una spiegazione o per lo meno di tracciare delle linee guida su questa sindrome ha preso in esame un elevato numero di apiari distribuiti sul territorio dove alcuni presentavano sintomi di CCD ed altri non li presentavano. Lo studio consisteva nel prelevare campioni di api (prelevate nella parte centrale del telaio di covata) e campioni di favo contenenti cera e covata.

Sono state fatte analisi sulla: morfologia delle api, sulla presenza di patogeni (batteri, tripanosomi, Nosema spp e numerosi virus) sulla presenza di residui di pesticidi (effettuata sui campioni di alimento per la covata presente nei favi prelevati), analisi genetiche. Oltre alle misurazioni sono stati fatti anche confronti tra gli apiari affetti da CCD e non; i confronti riguardavano: il numero di colonie morte, deboli e vive, misure morfometriche, segni di malattia nella covata, presenza di macro parassiti e patogeni, confronto della prevalenza dei pesticidi e dei livelli di residui.

Dallo studio è emerso che su tutte le variabili prese in considerazione ed identificate nessuna prevale significativamente sulle altre nei confronti tra colonie colpite da CCD e colonie controllo. I risultati che possono accomunare le colonie CCD rispetto a quelle controllo è che le colonie morte e deboli avevano una frequenza molto maggiore in quelle CCD e la loro distribuzione non era casuale ma erano vicine tra loro; il che vuol dire che c'è un fattore di rischio o un agente infettivo che li accomuna. Anche se nessun parassita o patogeno è stato rilevato con frequenza significativamente rilevanti da poter essere dichiarati responsabili, come anche le cariche di virus che normalmente erano più elevate nelle colonie CCD non

potevano essere considerati causa in quanto le analisi sono state effettuate su campioni in avanzato stato di questa sindrome e quindi i virus potevano essere dovuti a infezioni secondarie dovute alla debolezza della colonia causata dalla CCD.

La perdita prematura di api operaie, sintomo tipico della CCD, non preclude cause non-patogenetiche; una recente ricerca ha dimostrato che la longevità delle api operaie può essere ridotta quando esse sono esposte a livelli sub-letali di *cumaphos* durante lo stadio di pupa e di larva. La perdita prematura di api operaie porta le api giovani a diventare prematuramente api operaie. Se queste api muoiono con un tasso di sostituzione che supera la capacità della colonia di rigenerarsi, il risultato è uno rapido spopolamento, con un'a riduzione del rapporto ape-covata e un fallimento della colonia.

Quindi una delle ipotesi più affermata è l'alto livello di varie infezioni, quali varroa, nosema e virus, ma è anche importante tener conto che avviene un elevato spopolamento nell'alveare. Effetto non solo delle malattie sopraccitate, che anzi potrebbero essere infezioni secondarie, ma delle possibili morti delle api dovute ad intossicazione da insetticidi usati in agricoltura, in tale caso non è detto che le api riescano a tornare per poter quindi essere rilevate nelle analisi di controllo. (VanEngelsdorp et al., 2007).

Vale la pena inoltre sottolineare proprio alcuni aspetti assolutamente inconsueti e specifici del *Colony Collapse Disorder* –CCD americano quali la non attrattività, se non addirittura repulsività, per le api dei favi abbandonati dalle colonie scomparse (Pannella, 2008).

Negli ultimi anni inoltre sono stati fatti grossi sforzi a livello nazionale per trovare soluzioni al problema; con blocchi normativi su l'uso di alcuni prodotti e creando un coordinamento fra i vari Istituti di Ricerca presenti sul territorio con l'istituzione del progetto "APENET", coordinato dal CRA-API (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura) di Bologna. All'interno di tale progetto sono state analizzate tutte le principali ipotesi sulle cause e sui meccanismi che possono provocare la moria delle api, dividendo programmi e conoscenze fra i vari istituti partecipanti.

Tra le ipotesi sulle cause di tali morie, quelle avanzate dai ricercatori del Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali dell'Università di Padova hanno puntato l'attenzione soprattutto sull'uso dei concianti del mais, utilizzati in maniera massiva nella Pianura Padana, ipotizzando due diversi meccanismi d'azione nell'avvelenamento delle api.

Il primo consiste nel rilascio di essudati xilematici a livello dei margini fogliari contenenti dosi rilevanti di insetticida dalle giovani plantule di mais conciato con principi attivi neonicotinoidi, attraverso un fenomeno fisiologico chiamato "guttazione". Le gocce di guttazioni, provenienti da plantule di mais con seme conciato, contengono alte concentrazioni

di neonicotinoidi, dosi di insetticida che possono ritenersi letali (Tapparo et al., 2011), sufficienti per uccidere un'ape in pochi minuti dal contatto (Girolami et al., 2009; Riebe, 2009).

Tali gocce potrebbero costituire una possibile via di intossicazione acuta per le api che le utilizzassero. Le api infatti per mantenere i propri bisogni metabolici e quelli di tutto l'alveare, necessitano di assumere elevate quantità d'acqua (Visscher et al., 1996; Kühnholz and Seeley, 1997), che potrebbero essere costituite proprio dalle guttazioni fogliari (Shawki et al., 2005) soprattutto in ambienti fortemente caratterizzati da monoculture quali il mais.

L'altro meccanismo preso in considerazione è la dispersione di insetticidi attraverso la semina di mais conciato, con liberazione di una frazione di principio insetticida nell'ambiente attraverso il particolato generato dall'erosione delle pellicole di concia dei semi. Il contatto indiretto dovuto alla ricaduta delle polveri emesse sulla flora spontanea situata nei pressi dei campi seminati, ipotesi già studiata presso l'Università di Udine (Greatti et al., 2003), ha dimostrato però concentrazioni di neonicotinoidi nella vegetazione di circa 50 ppb (Greatti et al., 2006; Maini et al., 2010), quantità non sufficiente a causare fenomeni di tossicità acuta nelle api bottinatrici (Yang et al., 2008). È stata scartata anche l'ipotesi riguardante l'intossicazione acuta delle api dovuta alla raccolta di gocce di rugiada o guttazione lungo i margini di terreni seminati, questo provato tramite la somministrazione di solo rugiada o guttazione raccolta a bordo campo dopo continue semine con mais conciato (Marzaro et al., 2011). È stato però provato che il contatto con le polveri può essere diretto, quindi le api arrivano a contatto di questo particolato durante i loro voli di bottinamento (Girolami et al., 2012 b).

2.1.3. Le api e il loro volo

Le api sono animali sociali con una complessa struttura sociale ben precisa dove ogni singola ape ha il suo compito, a seconda dell'età e del sesso. Essenzialmente troviamo l'ape regina che ha l'esclusivo compito di deporre le uova e di "dirigere" l'intero nucleo; i fuchi che sono i maschi che hanno pochi compiti oltre a fecondare le api regine nel loro volo nuziale. Poi ci sono le api operaie che a seconda dell'età hanno compiti ben distinti, da circa il ventesimo giorno dallo sfarfallamento le api operaie cominciano ad avere attività bottinatrice e quindi volano alla ricerca di polline, nettare e acqua per nutrire l'intera colonia, questa attività viene effettuata fino alla morte, che nel periodo di intensa attività l'ape muore a circa 4-5 settimane di vita. Il volo delle api è molto complesso ed è stato scoperto che riescono a spiccare il volo

grazie ad un particolare movimento delle ali in modo da farle ruotare creando una sorta di vortice, in tal modo creano una depressione che permette loro di sollevarsi in volo e poi grazie ad un'elevatissima frequenza di battito di ali (230 battiti al secondo) ed un angolo di rotazione di circa 90° a seconda del carico che trasportano (Nextme, 2012). La velocità di volo delle api



Immagine 5: ape bottinatrice in volo

è stimata in condizioni di calma a 7m/s e ad una altezza di circa 2 m (Riley, Osborne, 2001). Inoltre hanno una sistema di comunicazione tra loro molto complesso, ma allo stesso tempo efficace che è conosciuto come la danza delle api che serve per comunicare tra loro la posizione delle fonti di cibo indicando direzione e distanza, tutto ciò viene indicato dalle api grazie ad una serie di movimenti e percorsi che vanno a ricostruire una sorta di otto dove la linea centrale indica la direzione da seguire in riferimento alla verticale rispetto ad essa che quella indica l'asse arnia-sole, quindi l'angolo che si forma tra la verticale e la mezzeria dell'otto è l'angolo che all'uscita dell'arnia devono seguire per raggiungere la meta. La distanza viene invece indicata dal numero di vibrazioni dell'addome nel percorrere la mezzeria tanto più veloci sono le vibrazioni tanto più è vicino la fonte nutritizia e viceversa; inoltre le api tendono a prendere una serie di riferimenti nelle vicinanze dell'alveare in modo da identificarlo più rapidamente al ritorno (Frisch, 1951).

2.2. La concia del mais

È il processo che aggiunge del materiale al seme (Roos, Moore, 1975).

È un'operazione che si effettua sulla semente per proteggerla da attacchi parassitari una volta deposta nel terreno, ma serve anche per disinfettarla, cioè evitare che eventuali infezioni che avevano attaccato esternamente il seme si trasferiscano alla plantula.

La concia è nata per disinfettare i semi di frumento, principalmente da *Tilletia spp*, *ustilago spp*, le quali spore si conservano nell'epidermide della cariosside e quando germina attacca la

pianta. Per tale scopo i primi prodotti utilizzati erano a base di rame con i quali si usava intingere la semente in questa soluzione in modo da creare una pellicola che avvolgesse il seme, oppure si usavano prodotti polverulenti i quali si mescolavano assieme alla semente, sempre prima di seminarli.



Immagine 6: seme di mais conciato

Con l'avvento di prodotti di sintesi si sono avuti a disposizione sempre più prodotti utili per conciare le sementi, alcuni anche sistemici, per difendere le plantule anche dopo la germinazione. Per i prodotti insetticidi invece non ci sono mai stati principi attivi che potessero ben svolgere il compito di protezione delle sementi, anche perché non si potevano usare esteri fosforici come concianti poiché sono fitotossici. Alcune prove sono state effettuate con Chlorpyrifos, Fonofos ed altri, ma davano scarsa efficacia contro la diabrotica e gli elateridi (Sutter et al., 1990). L'uso di Aldrin, Heptachlor e Chlordane, usati come geodisinfestanti ha dato dei buoni risultati nelle produzioni (Peters, 1975).

Solo dopo la venuta dei neonicotinoidi si è potuto sostituire i classici geodisinfestanti microgranulati, che venivano distribuiti attorno al seme durante le operazioni di semina, con una vera e propria concia insetticida, composta da neonicotinoidi. Questi non danno alcun problema di fitotossicità ed hanno una buona sistemicità all'interno della pianta quindi consentono di proteggere anche la giovane piantina da eventuali attacchi di fitofagi.

In questo modo, il mercato internazionale dei prodotti concianti è lievitato dagli iniziali 155 milioni di euro registrati nel 1990, ai 535 milioni di euro registrati nel 2005, di cui il 77% del totale dovuto all'utilizzo di principi attivi neonicotinoidi (Elbert et al., 2008), molecole insetticide introdotte nel mercato all'inizio degli anni '90.

Anche se tale pratica sembrava ridurre i problemi di dispersione di prodotti di sintesi, proprio per la modalità mirata con cui questi venivano applicati, si sono generate ipotesi che puntavano il dito proprio contro tali principi attivi utilizzati nelle concie, come cause dello spopolamento degli alveari.

In particolare, studi effettuati in Italia fra il 2004 ed il 2006 coordinati dal Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA-API) ed alcune Università italiane hanno verificato come durante la semina, con macchine operatrici pneumatiche, di sementi di mais conciato, viene rilasciata nell'ambiente una notevole percentuale di tali prodotti, sotto forma di polveri create con l'abrasione meccanica delle cariossidi generata all'interno della macchina. Ulteriori studi portati avanti a livello regionale o grazie a Istituti privati hanno confermato come le semine di mais conciato con principi attivi insetticidi potessero essere responsabili della morte di molte api, ritrovando in campioni di api morte fornite da singoli apicoltori o raccolti da istituti veterinari regionali, dosi rilevanti di diversi principi attivi insetticidi utilizzati nella concia del mais (APENET, 2009).

Ciò ha portato alcuni stati europei, come Francia, Italia, Germania, Svezia, Slovenia a proporre provvedimenti sospensivi in via cautelare riguardo l'utilizzo di sementi di diverso tipo conciate con quattro principi attivi insetticidi: Thiamethoxam, Clothianidin, Imidacloprid e Fipronil (quest'ultimo non appartiene alla classe dei neonicotinoidi, ma a quella dei fenilpirazoli, e non è dotato di attività sistemica nelle piante).

2.2.1. I neonicotinoidi

La nicotina è stato il primo insetticida di origine vegetale. Essa veniva utilizzata, sottoforma di estratti di tabacco, già a fine '600, per il controllo dei fitofagi seguita poi, agli inizi dell'800, dalle piretrine, estratte dai fiori di piretro, e dal rotenone, ottenuto dalle radici di piante leguminose tropicali e subtropicali.

In seguito agli studi effettuati sui legami chimici della nicotina è iniziata la sintesi di sostanze simili ad essa: i neonicotinoidi.

I neonicotinoidi sono, tra i più recenti insetticidi di sintesi che stanno progressivamente rimpiazzando le altre molecole sia di origine artificiale che naturale.

Questi insetticidi, a partire dalla loro commercializzazione, iniziata negli anni '90 (la prima registrazione è stata fatta in Francia nel 1991) hanno conosciuto un incremento notevole d'uso andando a sostituire i carbammati, fosfororganici e piretroidi diventando il gruppo di insetticidi più diffuso negli Stati Uniti (Kagabu, 1997).

I loro utilizzi comprendono: la concia delle sementi di mais, cotone, colza, bietola e girasole, trattamenti fogliari di molti fruttiferi e piante ornamentali e trattamenti al terreno.

I neonicotinoidi possiedono una buona attività insetticida nei confronti di insetti predatori, fitofagi e zoofagi e risultano efficaci anche sugli insetti resistenti ad altri gruppi chimici. Per questi motivi hanno un vasto impiego nella protezione delle colture, ma anche nel controllo delle infestazioni parassitarie degli animali domestici da compagnia. Inoltre sono dotati di buona attività sistemica all'interno della piante perché possono essere assorbiti dalle radici, fusto e foglie ed essere traslocati in tutti gli organi vegetali, anche in quelli di nuova formazione.

2.2.2. Meccanismo d'azione dei neonicotinoidi

I neonicotinoidi sono principi attivi neurotossici che agiscono sul sistema nervoso centrale degli insetti e, precisamente, sul sito neuronale nicotino dell'acetilcolina.

La molecola modello dei neonicotinoidi è l'imidacloprid, appartenente al gruppo chimico dei cloronicotinili. Essa ha un meccanismo d'azione di tipo acetilcolino-mimetico, cioè si lega in modo permanente ai recettori proteici della membrana delle cellule nervose, provocando l'alterazione della trasmissione degli impulsi nervosi e quindi, uno stato permanente di eccitazione che porta alla morte dell'insetto (Bortolotti, 2002).

Gli studi elettrofisiologici hanno dimostrato che tutti gli insetticidi neonicotinoidi condividono una modalità comune d'azione sull'insetto, agendo sui recettori nicotinici

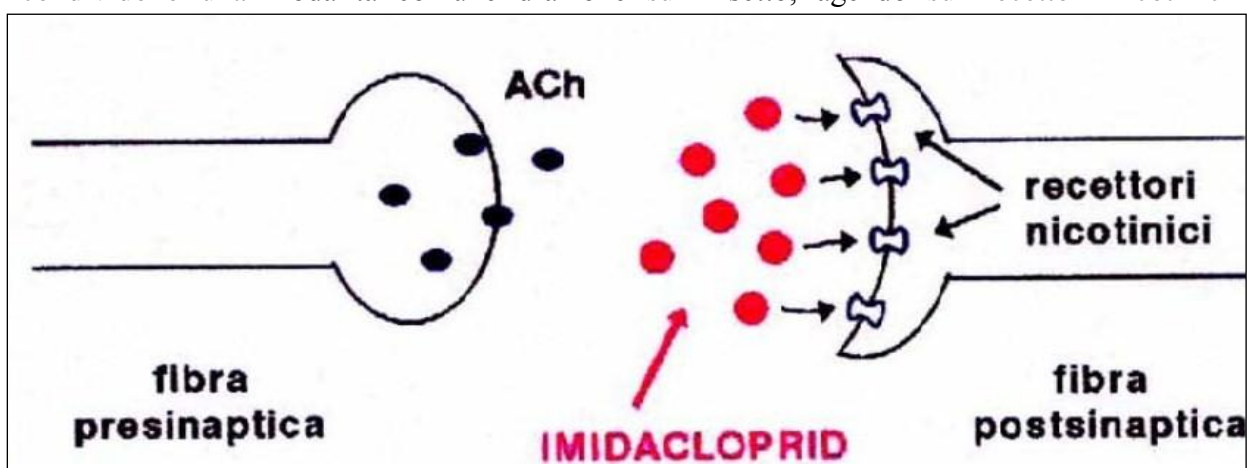


Immagine 7: rappresentazione del meccanismo d'azione dell'Imidacloprid a livello delle sinapsi

dell'acetilcolina (nAChRs) localizzati a livello delle sinapsi tra due neuroni, in qualità di agonisti o antagonisti (Buckingham et al., 1997; Matsuda et al., 2005). L'azione agonista

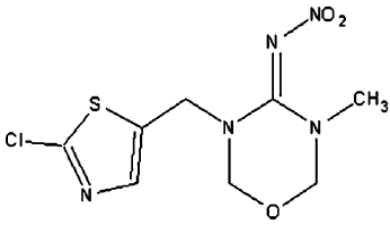
comporta uno stato permanentemente eccitato, mentre l'azione antagonista blocca i recettori (De'glise et al., 2002).

I recettori nicotinici dell'acetilcolina (nAChRs) svolgono un ruolo importante nella trasmissione sinaptica eccitatoria del sistema nervoso degli insetti (Breer e Sattelle, 1987).

2.2.3. Principi attivi neonicotinoidi impiegati nella concia dei semi di mais

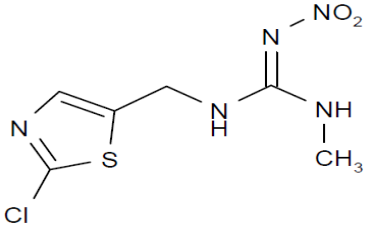
Gli insetticidi neonicotinoidi attualmente sul mercato utilizzati per la concia delle sementi di mais sono: imidacloprid, thiametoxam e clothianidin. I diversi trattamenti insetticidi disponibili si differenziano per meccanismo di azione, gamma di insetti colpiti e persistenza dell'azione, dando l'opportunità di scegliere, la soluzione migliore per la protezione del seme in ogni ambiente e per qualsiasi tipo di terreno.

Sono di seguito riportate le schede tecniche dei tre insetticidi neonicotinoidi utilizzati nelle prove come concianti del mais. Tali schede contengono le principali informazioni riguardo le loro proprietà chimico-fisiche, le modalità d'impiego e la relativa tossicità sulle api.

Nome	Thiamethoxam
<u>Formula</u>	C ₈ H ₁₀ ClN ₅ O ₃ S
<u>IUPAC</u>	(EZ)-3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro)amine
	
<u>Peso Molecolare</u>	291,7 g/mol
<u>Classe chimica</u>	Neonicotinoide – Tianicotinile
<u>Attività</u>	Insetticida
<u>Modalità d'azione</u>	Agisce per ingestione e contatto sugli insetti. La molecola si fissa in modo permanente ai recettori nicotinici dell'acetilcolina, provocando movimenti scoordinati, tremori, paralisi ed infine morte dell'insetto. Risulta efficace contro tutti gli stadi di sviluppo, ad eccezione delle uova.

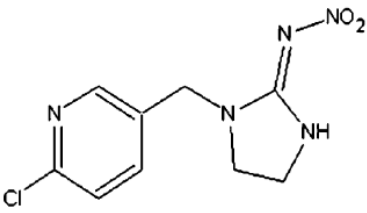
<u>Modalità d'applicazione</u>	Nelle applicazioni fogliari, grazie all'attività translaminare penetra nei tessuti e grazie alla sua azione sistemica si distribuisce uniformemente nella pianta sfruttando il circolo xilematico. Nelle applicazioni al terreno, anche come conciante del seme, viene efficacemente assorbito dalle radici grazie alla sua elevata solubilità ed è traslocato in tutti gli organi della pianta. La molecola è in grado comunque di legarsi alle particelle di terreno, costituendo una zona ristretta ad elevata concentrazione del principio.
<u>Insetti controllati</u>	Afidi, Dorifora, Aleurodidi, insetti terricoli,...
<u>Caratteristiche chimico-fisiche</u>	
Pressione di vapore	$6,6 \times 10^{-9}$ Pa a 25°C
Solubilità	4,1 g/L in acqua a 25°C
Coeff. Ripartiz. n-ottanolo/acqua	Log $K_{ow} = -0,13$ ($K_{ow} = 0,74$)
Tossicità acuta su api	DL ₅₀ orale = 5 ng/ape DL ₅₀ per contatto = 24 ng/ape
Tossicità acuta su ratto	DL ₅₀ orale = 1563 mg/kg
Caratteristiche prodotti commerciali a base di Thiamethoxam utilizzati per la concia (vengono riportati solo i prodotti bloccati dal D.M. del 17/09/08)	
<u>Nome commerciale</u>	CRUISER 70 WS®
<u>Numero di Reg.</u>	11599
<u>Data registrazione</u>	20/02/2003
<u>Ditta produttrice</u>	SYNGENTA CROP PROTECTION SpA
<u>Data sospensione</u>	20/09/2008
<u>Utilizzo</u>	Concia cotone, patata, mais*, barbabietola da zucchero
<u>Composizione</u>	Thiamethoxam 70% ; coformulanti 30%
<u>Nome commerciale</u>	CRUISER 350 FS®
<u>Numero di Reg.</u>	11600
<u>Data registrazione</u>	20/02/2003
<u>Ditta produttrice</u>	SYNGENTA CROP PROTECTION SpA
<u>Data sospensione</u>	20/09/2008
<u>Utilizzo</u>	Concia cotone, patata, mais*
<u>Composizione</u>	29,9 % Thiamethoxam,; coformulanti 70,1 %
<u>Dosi d'impiego</u>	Per mais _ 900ml/100 kg granella 0,60 mg p.a./seme di mais

* utilizzo attualmente sospeso in Italia, con Decreto del 25 giugno 2012

Nome	Clothianidin
Formula	C ₆ H ₈ ClN ₅ O ₂ S
IUPAC	(E)-1-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-3-methyl-2-nitroguanidine
	
Peso Molecolare	249,7 g/mol
Classe chimica	Neonicotinoide – Cloronicotinile
Attività	Insetticida
Modalità d'azione	Agisce per ingestione e contatto sugli insetti. La molecola si fissa in modo permanente ai recettori nicotinici dell'acetilcolina, provocando movimenti scoordinati, tremori, paralisi ed infine morte dell'insetto.
Modalità d'applicazione	Viene applicato efficacemente come conciante di semi, o in formulazione granulare come geodisinfestante. Viene traslocato facilmente dal terreno ai tessuti epigei della pianta, garantendo quindi la protezione non solo di radici e colletto, ma anche degli organi fotosintetizzanti, conferendo una protezione prolungata nel tempo.
Insetti controllati	Elateridi, Afidi, Cicaline, Nottue, Diabrotica...
Caratteristiche chimico-fisiche	
Pressione di vapore	1,3 x 10 ⁻¹⁰ Pa a 25°C
Solubilità	0,327 g/L in acqua a 20°C
Coeff. Ripartiz. N-ottanolo/acqua	Log K _{ow} = 0,9 a 25°C (K _{ow} = 7,94)
Tossicità acuta su api	DL ₅₀ orale = 3,8 ng/ape DL ₅₀ per contatto = 44 ng/ape
Tossicità acuta orale su ratto	DL ₅₀ orale < 2000 mg/kg
Caratteristiche prodotti commerciali a base di Clothianidin utilizzati per la concia (vengono riportati solo i prodotti bloccati dal D.M. del 17/09/08)	
Nome commerciale	PONCHO®
Numero di Reg.	12864
Data registrazione	07/08/2006
Ditta produttrice	BAYER CROPSCIENCE Srl
Data sospensione	20/09/2008
Utilizzo	concia semente mais*, colza*
Composizione	Clothianidin 47,6 % ; Coformulante 52,4 %

<u>Dosi d'impiego</u>	0,25 – 1,25 mg p.a. /seme di mais
-----------------------	-----------------------------------

* utilizzo attualmente sospeso in Italia, con Decreto del 25 giugno 2012

Nome	Imidacloprid
<u>Formula</u>	C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂
<u>IUPAC</u>	1-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine
	
<u>Peso Molecolare</u>	255,7 g/mol
<u>Classe chimica</u>	Neonicotinoide – Cloronicotinile
<u>Attività</u>	Insetticida
<u>Modalità d'azione</u>	Agisce principalmente per ingestione sugli insetti. La molecola si fissa in modo permanente ai recettori nicotinici dell'acetilcolina, provocando movimenti scoordinati, tremori, paralisi ed infine morte dell'insetto.
<u>Modalità d'applicazione</u>	L'applicazione del prodotto risulta maggiormente efficace a livello dell'apparato radicale, dal quale viene traslocato attraverso la corrente xilematica a tutti gli organi della pianta garantendone una buona protezione. L'applicazione fogliare risulta meno efficiente nella protezione della pianta data la difficile traslocazione del prodotto attraverso i tessuti fogliari. Può essere efficacemente impiegato per la concia delle sementi.
<u>Insetti controllati</u>	Afidi, Aleurodidi, Cicaline, Microlepidotteri, Tentredini, Dorifora, insetti terricoli come Elateridi, Blaniuli.
<u>Caratteristiche chimico-fisiche</u>	
Pressione di vapore	4 x 10 ⁻¹⁰ Pa a 20°C
Solubilità	0,610 g/L in acqua a 20°C
Coeff. Ripartiz. n-ottanolo/acqua	Log K _{ow} = 0,57 a 22°C (K _{ow} = 3,72)
Tossicità acuta su api	DL ₅₀ orale = 5,4 ng/ape DL ₅₀ per contatto = 6,7 ng/ape
Tossicità acuta orale su ratto	DL ₅₀ orale = 450 mg/kg
Caratteristiche prodotti commerciali a base di Imidacloprid utilizzati per la concia (vengono riportati solo i prodotti bloccati dal D.M. del 17/09/08)	
<u>Nome commerciale</u>	GAUCHO 350 FS®
<u>Numero di Reg.</u>	8906

<u>Data registrazione</u>	25/07/1996
<u>Ditta produttrice</u>	BAYER CROPSCIENCE Srl
<u>Data sospensione</u>	Sospeso il 20/09/2008
<u>Utilizzo</u>	concia del mais*
<u>Composizione</u>	Imidacloprid 30,4% ; coformulanti 69,6%
<u>Dosi d'impiego</u>	Per mais _ 1-2 L/100Kg di seme 1,00 mg p.a./seme di mais

* utilizzo attualmente sospeso in Italia, con Decreto del 25 giugno 2012

Oltre agli insetticidi, nella concia del mais viene usato anche un fungicida denominato CELEST XL.

CELEST XL® (una miscela di fludioxonil e metalaxyl-M). (marchio registrato da una società del gruppo *Syngenta*). Fludioxonil è un fungicida ad altissima persistenza, parzialmente diffuso anche all'interno della plantula; l'ampio spettro d'azione permette di controllare sia i funghi presenti sul seme sia quelli del terreno, che possono interferire con lo sviluppo della coltura. Fludioxonil è particolarmente efficace per il controllo di *Fusarium spp*, *Penicillium spp* ed *Helminthosporium spp*. Lo spettro d'azione è completato da metalaxyl-M, un fungicida sistemico specifico che assicura una buona germinazione ed un pronto avvio di vegetazione. Una volta assorbito dall'apparato radicale, il prodotto protegge da avvizzimenti e marciumi nei primi stadi di sviluppo dovuti ai funghi del terreno (*Pythium*, *Phitophthora*, *Ficomietti*) (Pioneer Hi-Bred Italia, 2010).

2.2.4. Blocchi normativi sull'utilizzo dei concianti

In Italia, il primo provvedimento preso per affrontare il problema della moria delle api, è stato il D.M. del 17 settembre 2008, che disponeva la sospensione all'autorizzazione alla vendita e d'impiego di sementi conciate con le sostanze attive insetticide Clothianidin, Thiamethoxam, Imidacloprid e Fipronil, in virtù di un possibile nesso di causa-effetto tra l'utilizzo di sementi di mais, colza, girasole e barbabietola da zucchero conciate con tali principi, e la moria delle api.

Successivamente con il D.M. del 26 gennaio 2009, il Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali precisava i limiti temporali di questa sospensione, fissandoli al 20 settembre 2009.

Inoltre, in considerazione delle particolari caratteristiche di confettatura del seme della barbabietola da zucchero, nonché di quelle agronomiche, è stato emanato l'ulteriore Decreto

Ministeriale 27 gennaio 2009, che revocava la sospensione dell'autorizzazione d'impiego per la concia di sementi di barbabietola, dei prodotti fitosanitari contenenti le sostanze attive citate, da sole o in miscela con altre sostanze attive e riammetteva quindi l'impiego di sementi con prodotti contenenti tali p.a..

Ad ora il decreto del 25 giugno 2012 Proroga la sospensione cautelativa dell'autorizzazione all'impiego di sementi trattate con prodotti fitosanitari contenenti le sostanze attive clothianidin, thiamethoxam, imidacloprid e fipronil, di cui al decreto 25 ottobre 2011. (12A07361) (G.U. Serie Generale, n. 151 del 30 giugno 2012).

Quindi in Italia c'è stato un blocco pressoché ininterrotto dell'uso della semente di mais conciato con i suddetti prodotti dal settembre 2008 ad oggi e fino al gennaio 2013.

In Europa, la situazione dei blocchi cautelativi è eterogenea all'interno dei singoli Stati.

In Francia, dopo i primi provvedimenti del '99 contro l'utilizzo del p.a. Imidacloprid per la concia dei semi di girasole, è stata sospesa nel febbraio 2004 l'autorizzazione d'utilizzo anche per sei insetticidi a base di Fipronil (uno dei quali utilizzato per la concia del mais) da parte del Ministro dell'Agricoltura, e ad oggi il divieto d'impiego di prodotti concianti a base di Imidacloprid risulta esteso anche per mais e colza. Nel 2008 è stata concessa invece l'autorizzazione d'impiego per un anno, di prodotti concianti a base di Thiamethoxam utilizzati per mais, comunque sotto osservazione scientifica.

In Germania, dopo le intense morie registrate in particolare nella regione a sud del paese durante la primavera 2008, frequentemente concomitanti con semine di mais conciato con il principio attivo Clothianidin, il Governo nazionale di concerto con il competente organismo federale (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, BVL) aveva inizialmente bloccato l'utilizzo di alcune sostanze attive insetticide (fra le quali anche diversi neonicotinoidi) per la concia di diverse sementi, ripristinandone in seguito la possibilità d'utilizzo solo per le sementi di colza.

In Slovenia, all'iniziale sospensione d'utilizzo per i neonicotinoidi clothianidin, imidacloprid e thiamethoxam, per la concia di tutte le tipologie di sementi, è seguito il ripristino d'utilizzo di tali p.a.

In Brasile le autorità locali, rappresentate dall'agenzia dell'ambiente IBAMA ha annunciato il riesame di quattro principi attivi neonicotinoidi rivalutando l'effetto sulle api, come mezzo precauzionale ne hanno proibito l'uso aereo e inoltre sono state applicate alcune frasi di rischio in etichetta (Ibama, 2012). Anche l'agenzia canadese per la valutazione degli agrofarmaci ha notificato la revisione di alcuni p.a. neonicotinoidi (per ora imidacloprid, clothianidin e thiamethoxam) per i loro effetti sugli impollinatori, riservandosi di analizzare

tutti i dati di mortalità sia in Canada che in altri stati (Hc-sc, 2012). Mentre negli USA è stata fissato il termine di revisione di tutti i neonicotinoidi, programma iniziato nel 2008 e che entro il 2012 deve essere terminato (Epa, 2012).

2.3. Semina del mais

L'epoca di semina è uno dei fattori più importanti da tenere in considerazione al momento della decisione della scelta varietale e della classe di precocità. Uno dei fattori che maggiormente influiscono sulla scelta dell'epoca è a sua volta la temperatura del terreno in quanto bisogna considerare che con temperature sotto i 10°C il mais non germina, germina lentamente a 12°C, mentre a 15°C la germinazione è pronta e la piantina fuoriesce dal terreno in circa 10 giorni (Baldoni, Giardini, 2001). Quindi più si anticipano le semine tanto più lenta sarà l'emergenza e di conseguenza il seme di mais è più suscettibile ad attacchi di parassiti



Immagine 8: seminatrice pneumatica di precisione da mais.

con conseguenti fallanze al momento dell'emergenza.

Anche la profondità di semina è un fattore importante in quanto una giusta profondità consente di avere le migliori condizioni idriche e termometriche del terreno che circonda il seme tanto da consentire una rapida ed omogenea germinazione. In linea generale non si dovrebbero superare i 5-6 cm di profondità, ma in casi di terreni molto grossolani e secchi si può aumentare la profondità.

La semina viene oggi effettuata con seminatrici di precisione che depositano il seme a distanze prestabilite sia tra le file che lungo la fila garantendo così un investimento ottimale

ed una omogeneità di distribuzione del seme. Le seminatrici oggi più usate sono le seminatrici pneumatiche di precisione le quali tramite depressione sono in grado di depositare un seme alla volta senza danneggiarlo e preservando quindi la germinabilità.

2.3.1. Moria da impolveramento durante la semina del mais

La semina del mais si esegue con seminatrici pneumatiche di precisione, queste utilizzano come soluzione di semina l'aria in depressione che grazie al disco selettore consente di prelevare e depositare un solo seme alla volta. Questa soluzione comporta però la presenza di un ventilatore centrifugo il quale assicura la depressione (Bodria et al., 2006), grazie a questa depressione però la ventola aspira anche piccole particelle di polvere e particolato che si crea nello sfregamento delle pellicole di conca delle sementi e queste polveri vengono poi emesse dalla ventola e quindi disperse nell'aria (Pochi et al., 2012).

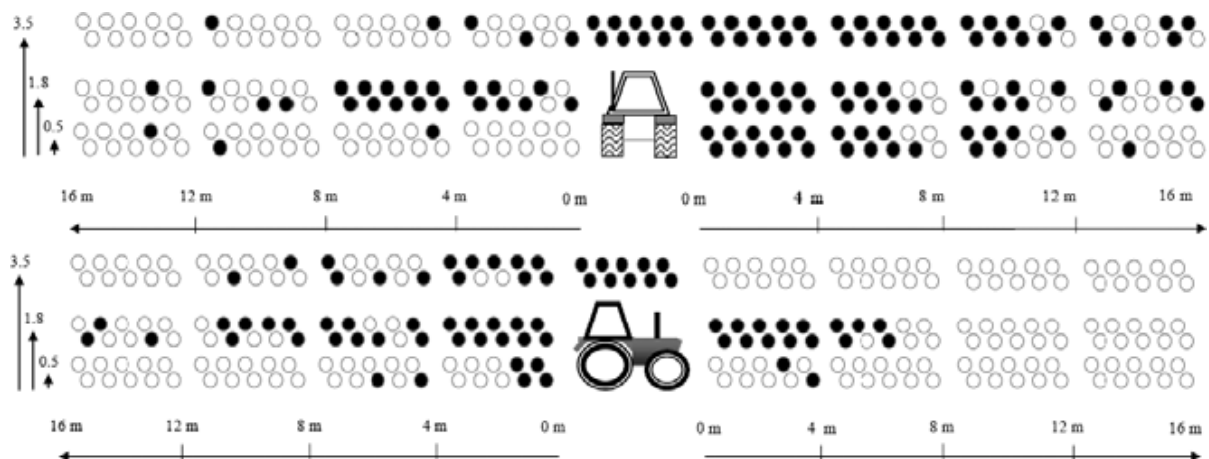


Immagine 9: I cerchi neri rappresentano api morte entro 24 ore dopo un solo passaggio rapido in gabbie mobili, a varie altezze e distanze dal canale di uscita della ventola della seminatrice. La semina è stata effettuata con seme di mais conciato con clothianidin. Il diagramma superiore mostra le api morte sul lato della macchina, quello inferiore mostra quelli nella direzione di marcia. Semina effettuato con una seminatrice Monosem NG plus.

L'aria emessa dalle seminatrici con all'interno il particolato ha una temperatura generalmente superiore alla temperatura dell'aria questo comporta che l'aria emessa tende ad alzarsi e a disperdersi e non a depositarsi sul terreno, e con essa le polveri disperse. Questo causa uno sviluppo di nubi di polvere contenente frammenti di conca che si disperdono in una vasta area, anche oltre i 20m attorno alla seminatrice e più di 3m di altezza dove le api, durante i loro voli di bottinamento, possono incappare in queste polveri di insetticida che possono risultare letali per esse (immagine n.9) (Girolami et al., 2012/a). Il contatto con frammenti di conca contenenti neonicotinoidi risultano mortali in particolar modo quando le condizioni

atmosferiche presentano una elevata umidità questo perchè in tal caso, vista l'idrofilia dei neonicotinoidi, aumentano la possibilità che le particelle di polvere dopo aver aderito all'ape

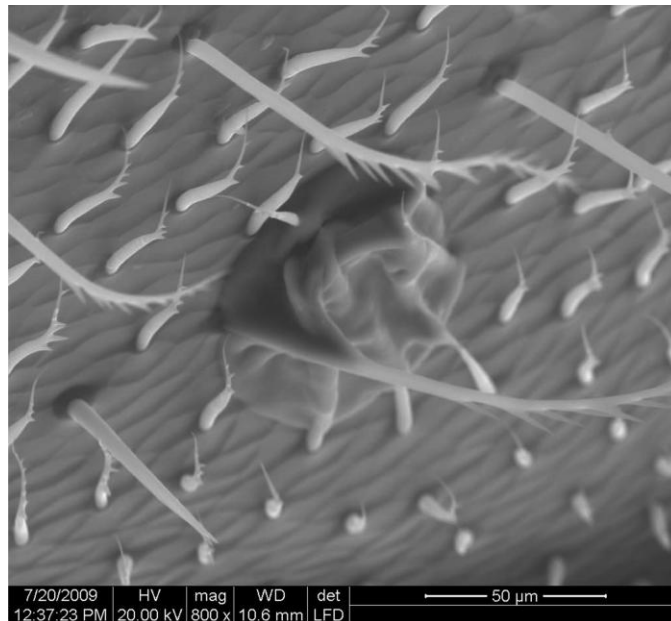


Immagine 10: Immagine SEM di una particella di concia (Poncho 2009) che, parzialmente modificata dalla umidità dell'aria, aderisce al tegumento dell'addome di un'ape esposta alle emissioni di una seminatrice.

si possano sciogliere e quindi intossicare l'ape (immagine n.10), nel caso l'umidità fosse bassa le particelle che aderiscono all'ape non si sciolgono subito lasciando la possibilità che queste si stacchino (Tapparo et al., 2012).

La morte delle api nel periodo di semina del mais può essere ricondotta alle caratteristiche dei territori Italiani ma anche di altri paesi dove gli appezzamenti coltivati a mais sono frammisti ad altre colture, siepi o aree verdi e quindi risulta cosa non rara che le api attraversino gli appezzamenti di mais per raggiungere le fonti di polline e nettare. (Girolami et al., 2012/b)

2.3.2. Possibili modifiche alla seminatrice

Visto che la connessione possibile tra semina del mais e moria delle api è legata all'impolveramento diretto delle api (Girolami et al., 2012/b) per limitare il problema si deve ridurre la presenza di principio attivo nel particolato emesso dalla seminatrice.

Per realizzare tale scopo, all'interno del progetto APENET, si sono sviluppati diversi metodi ed effettuate diverse prove in proposito. Le possibili soluzioni dovrebbero fare in modo di eliminare il particolato emesso per filtrazione o di indirizzare il flusso d'aria in maniera che

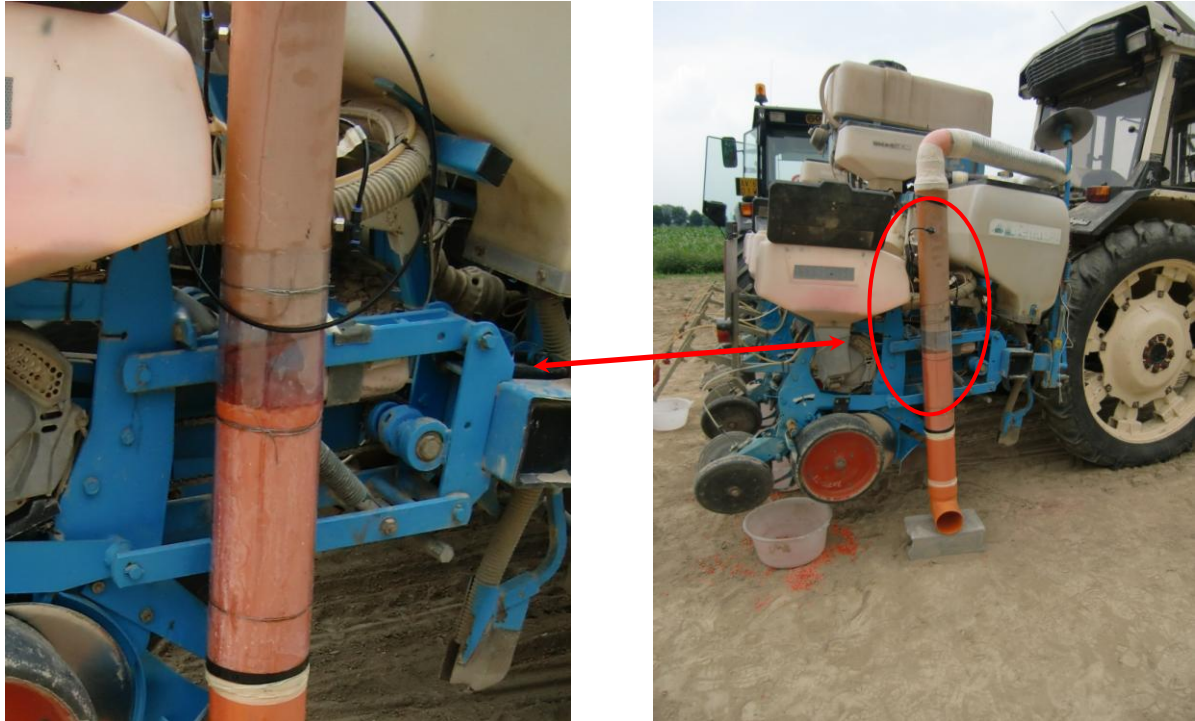


Immagine 11: seminatrice con l'applicazione di un deflettore dual pipe modificato per abbattere il particolato emesso tramite la nebulizzazione di acqua ed una serie di deflettori interni.

possa distribuirsi e depositarsi nel terreno e non venir emesso nell'aria.

Per applicare questi metodi è essenziale riuscire a convogliare l'aria in uscita dalla ventola depressore della seminatrice per poterla poi trattarla secondo i diversi metodi. Una soluzione è il filtraggio mediante filtri di carta che possano trattenere tutto il particolato anche fine; mentre per il direzionamento dell'aria verso il terreno si è cercato di indirizzare l'aria e farla uscire in tubi con sezione maggiorata rispetto la sezione della ventola (dual pipe), però c'è sempre il problema che l'aria in uscita ha sempre temperature superiori all'aria esterna e quindi l'aria calda tende ad alzarsi e portare con se le particelle in essa disperse vanificando così l'operazione. Una soluzione combinata tra il filtraggio e la canalizzazione dell'aria comporta sempre la canalizzazione dell'aria in tubi di diametro maggiore per rallentarne il flusso dove all'interno viene nebulizzata dell'acqua che ha sia una funzione di intercettazione del particolato ma anche funzione di mitigatrice della temperatura dell'aria in uscita inoltre all'interno del canale dopo la nebulizzazione dell'acqua vengono creati dei vortici con lo scopo di aumentare il più possibile il contatto aria-particolato-acqua in modo da abbattere più polveri possibili (immagine:11)(Filippi, 2012).

3. Il volo delle api

3.1. Obiettivi dell'osservazione

L'osservazione del volo delle api si è rivelato un punto fondamentale per affrontare le possibili cause di moria delle api. Monitorando le traiettorie e le altezze in cui le api transitano durante i loro voli, principalmente voli di bottinamento, per individuare e capire in che modo possano subire intossicazioni dovute a prodotti spray o polveri che si disperdono nell'aria durante le normali operazioni colturali svolte dall'uomo.

L'osservazione si è principalmente concentrata su come le api superano dei terreni liberi e con ostacoli, quali macchine agricole, alberature o frutteti e che traiettorie di volo prediligono con presenza di ostacoli. Studiando questi casi si possono poi paragonare i risultati di queste prove con gli studi effettuati sull'emissioni di polveri dalle seminatrici.

3.2. Materiale e metodi

Per l'osservazione delle api nei diversi casi presi in considerazione si sono eseguite delle prove presso l'azienda agraria sperimentale L. Toniolo dell'Università di Padova nella sede di Legnaro. Presso l'azienda sperimentale L. Toniolo sono state utilizzate per le prove le arnie di api del dipartimento di Entomologia Agraria dell'Università e sono state effettuate delle prove per visionare il volo delle api mentre attraversano un appezzamento di terreno libero e pronto per la semina, inoltre si è osservato anche il volo durante le normali operazioni di semina e le traiettorie di volo che prediligono le api durante il bottinamento.

Per l'osservazione e la documentazione del volo si è ricorsi alla costruzione di uno sfondo di colore nero opaco, costituito da un telo di stoffa di 4x4m appeso ad una struttura mobile che veniva posizionata all'occorrenza nella posizione più ottimale a seconda delle condizioni di soleggiamento; in modo da mantenere il telo, che fungeva da schermo uniforme, in posizione sempre ombreggiata. Oltre al telo di dimensioni 4x4m si è usato un telo, con le stesse caratteristiche di dimensioni di 8x1,5m il quale veniva sospeso grazie ad un braccio telescopico che poteva raggiungere l'altezza di otto metri. Per documentare il volo e poter

analizzarlo in maniera dettagliata si sono eseguite delle riprese durante le varie prove tramite una videocamera.

Le prove riguardanti l'osservazione delle api in volo libero si sono svolte a Schio in loc. Pozzo in una zona dove si poteva sfruttare la naturale orografia del territorio e la disposizione di frutteti e alberature presenti per poter osservare come le api, raggiungevano le diverse zone di bottinamento sia naturali che artificiali.

Come fonte di attrazione e bottinamento per le api si sono usati in entrambi i casi sistemi simili, che consistevano in recipienti dove si somministrava una soluzione di acqua e zucchero (soluzione con circa il 40% di saccarosio e miele) per attirare le api.

3.2.1. Addestramento api per il volo guidato

Per le prove eseguite è stato necessario che le api transitassero in massa in un'unica, o poche traiettorie ben precise, per ottenere tale effetto si sono usate due metodologie fondamentali, la prima quella di seminare colture che producono un'abbondante fioritura e sono apprezzate dalle api (piante nettariifere), in posizione tale per ottenere una direzione di volo che possa essere utile per svolgere le prove. La seconda metodologia consiste nell'abituare le api a nutrirsi in un determinato contenitore, caratteristico per alcune particolari forme o colori, questo contenitore lo si dispone appena fuori dal predellino di volo delle arnie, con all'interno una soluzione zuccherina, in modo che le api lo trovino, in particolare uno specifico alveare, dopo di che l'alimentatore viene progressivamente spostato dall'arnia poco alla volta per i



Immagine 12: esempio di due alimentatori utilizzati nelle prove; a sinistra alimentatore per api con contenitore a piatto, a destra alimentatore a bottiglia con panno per la percolazione del liquido zuccherino

primi 10-15m dopo di che si può spostare anche di alcuni metri alla volta. L'operazione prosegue fino a che non si sono abituate le api ad arrivare in un preciso luogo. Perché le api non "dimentichino" dove è stato messo l'alimentatore è sufficiente che ogni due-tre giorni al massimo si porti della soluzione nutritizia sull'alimentatore in modo tale che le api esploratrici e poi le bottinatrici continuino a visitare l'alimentatore e al momento che serve evidenziare un volo di api nella zona predisposta è sufficiente rifornire l'alimentatore. In questa maniera, rispettando l'indipendenza degli alimentatori, per ogni singola arnia si può sapere anche quale alveare va ad alimentarsi in ogni singolo alimentatore.

3.2.2. Osservazione del volo libero

Per l'osservazione di api durante il volo libero naturale sono stati eseguiti una serie di appostamenti di osservazione presso l'apiario situato nella zona di Schio, in tale zona era caratterizzata da un apiario di dieci arnie, le quali erano rivolte verso sud con alle spalle una siepe antivento, in fronte ad una distanza di 8m una siepe di noccioli dell'altezza di 4m circa; ad ovest c'era un piccolo frutteto di circa 1500 mq con varie piante da frutto e ad est (a 4 m circa) un semplice filare di piante di vario genere ed altezze. Tutto attorno si trovavano prati e terreni coltivati a mais e frumento. A circa 400m in linea d'aria ad est dell'apiario si trova un argine di robinie.



Immagine 13: ape su fiore di robinia

L'osservazione era rivolta nel studiare le api mentre bottinavano sulle robinie (*Robinia pseudoacacia* L.), l'osservazione si basava su di una serie di tre appostamenti giornalieri di circa 15 minuti, nelle ore centrali della giornata disposti in diverse zone lungo il tragitto che le api tendevano a percorrere, osservandone la direzione e l'altezza. Dopo di che ci si posizionava di fronte all'apiario e si osservava il tragitto di ritorno. Le uniche strumentazioni erano alcune aste graduate per aiutarsi nella stima dell'altezza di volo; queste aste venivano posizionate in modo da non intralciare le traiettorie di volo e spostate in base alle occorrenze di osservazione. Le osservazioni sono durate per tutto il periodo della fioritura dell'acacia e quindi circa 7 giorni (non continuativi a causa di piogge).

3.2.3. Osservazione del volo guidato con sfondo fisso

Tale osservazione è stata effettuata nell'azienda sperimentale dell'Università di Padova, in questo caso l'apiario era posizionato dietro alla serra del dipartimento di entomologia, con le arnie rivolte a sud, ad est è presente una siepe alberata mentre a ovest si trovano altre serre. Le



Immagine 14: struttura mobile per il sostegno del telo che funge da sfondo uniforme per le riprese delle prove

prove si sono eseguite a nord dell'apiario nell'appezzamento di terreno posto di fronte alle serre in una superficie di circa 40x300m dove nei primi 200m era lasciato libero mentre l'ultimo pezzo era stata seminata della colza e del girasole per attirare le api. Per poter documentare il passaggio delle api è stata usata la struttura descritta precedentemente (vedi materiali e metodi). Le api erano state abituate ad effettuare il tragitto dall'apiario all'ultimo

pezzo di terreno prima grazie alla fioritura della colza poi tramite gli alimentatori. In questa maniera si otteneva un massiccio volo di api che transitavano sopra il terreno e posizionando a bordo campo uno sfondo, di colore scuro in ombra, si poteva riprendere e studiare le altezze di volo sia con terreno libero sia durante operazioni colturali come la semina in modo da individuare il comportamento delle api in risposta alla presenza di ostacoli. Per lo studio e la documentazione si è ricorsi all'utilizzo di una videocamera ad alta definizione tramite la quale si è potuto riprendere le varie prove e poi si poteva scansionare il filmato per individuare altezze di volo delle api.

3.3. Comportamento delle api

Dalle osservazioni effettuate si sono potute annotare e documentare dei comportamenti e delle particolarità del volo delle api che successivamente verranno descritti, trattando singolarmente tutte le prove precedentemente illustrate. Descrivendo principalmente le altezze e le particolarità del volo emersi durante le prove.

3.3.1. Comportamento durante “l’addestramento”

L’addestramento delle api tramite alimentatore si è rivelato un’utile sistema per guidare le api in posti precisi e ottenere allo stesso tempo un volo di bottinatrici consistente, alcuni particolari osservati sono: il volo di arrivo delle api è piuttosto sicuro e diretto, mentre il volo di ritorno verso l’arnia è caratterizzato da alcuni giri circolari sopra l’alimentatore e poi tornano verso l’apiario. Si è notato che durante il volo di ritorno le api non ripercorrono lo stesso tragitto dell’andata e tendono ad avere una quota di volo maggiore. Durante le prove eseguite presso l’Università di Padova a Legnaro si è visto come il volo delle api durante l’andata verso l’alimentatore fosse concentrato in una stretta fascia che collegava direttamente l’apiario all’alimentatore, mentre il volo di ritorno era in direzione diversa, con un angolo di circa 20-30° ad ovest rispetto l’andata e ad un’altezza ben superiore anche più di 8-10m a vista.

Altro comportamento particolare notato è che quando vengono prese delle api dall’alimentatore o si sposta l’alimentatore con le api in un posto completamente diverso e

distante da dove era posizionato si può notare come le api quando lasciano l'alimentatore hanno un volo disordinato con diversi voli a spirale di orientamento e poi se ne vanno. A distanza di un tempo variabile dai 15 ai 45 minuti l'alimentatore trasferito rimane praticamente vuoto e poi si vede che c'è un ritorno sempre maggiore di api fino a ristabilire un flusso uguale a quello che c'era nel posto dove si trovava precedentemente. La prova per osservare ciò si è basata sul prelevare l'alimentatore (in questo caso quello a bottiglia per la comodità di spostarlo) e spostarlo a distanze variabili e in posti sempre diversi anche con ostacoli frapposti. Nello schema sottostante sono rappresentati i risultati delle prove eseguite.

<i>Prove effettuate</i>	<i>Comportamento delle api osservato</i>
Tempi di arrivo delle api nell'alimentatore	<ul style="list-style-type: none"> • Se l'alimentatore è rifornito giornalmente le api arrivano già dopo pochi minuti e in 10-20 minuti si ottiene un abbondante flusso di api • Se l'alimentatore viene rifornito ogni 2-3 giorni le prime api arrivano dopo qualche minuto, ed aumentano molto gradualmente, il flusso di api non si ottiene prima di 30-40 minuti
Alimentatore spostato di 10m con presenza di api su esso, senza ostacoli frapposti tra la precedente posizione e il nuovo posizionamento	Dopo aver spostato l'alimentatore a bottiglia con un gran numero di api si vede che nella locazione precedente resta un grande via vai di api con alcune che dopo pochi minuti iniziano a andare dal vecchio posto al nuovo. Dopo una decina di minuti inizia a calare il flusso dalla vecchia posizione alla nuova mentre aumenta il flusso diretto delle api alla nuova locazione dell'alimentatore.

<p>Alimentatore spostato con le api di 80m, in una direzione ben diversa della precedente posizione e con ostacoli (piante e siepi) nel tragitto</p>	<p>Dopo 30 minuti dalla somministrazione della soluzione zuccherina, quindi con abbondante flusso di api, viene spostato l'alimentatore di circa 80-100m spostandolo dalla posizione a sud dell'apiario a nord-ovest rispetto ad esso, con frapposti tra le due locazioni e anche tra il nuovo posto e l'apiario delle piante da frutto ed una siepe di alberi a medio-alto fusto.</p> <p>Appena riposizionato l'alimentatore si nota da subito che le api che ripartono fanno dei voli disordinati e circolari nella nuova posizione (voli di orientamento). Dopo circa 10-15 minuti dallo spostamento si nota il numero più basso di api presenti e si comincia a notare già dei nuovi arrivi di api, dopo altri 5-10 minuti il flusso è in continuo aumento fino a ricostituire un flusso abbondante nel giro di alcuni minuti.</p>
<p>Api catturate, presso l'alimentatore, spostate e poi liberate presso un'altro alimentatore ad una distanza di 400 m circa</p>	<p>Sono state catturate delle api presso l'alimentatore e queste sono state liberate in un'altra posizione a circa un centinaio di metri dove era presente un altro alimentatore. Anche in questa maniera si è ottenuto la memorizzazione da parte delle api di un'altra fonte di cibo dove si possono richiamare le api e ottenendo un buon flusso di api ogni qual volta si somministri una soluzione zuccherina.</p>

3.3.2. Comportamento delle api durante il volo libero

Le prove di volo libero si sono effettuate principalmente nell'apiario situato nel territorio del comune di Schio, precedentemente illustrato, l'osservazione effettuata in diversi punti durante il volo di bottinamento su fioritura di robinia ha evidenziato in tutti i casi che il volo di andata delle api era ben distinto, mentre il volo di ritorno si riusciva a notarlo solo nei pressi dell'apiario. L'andata era caratterizzata da un volo diretto verso la zona di bottinamento, con un volo a circa 2-3 m di altezza, mentre il superamento del filare di piante faceva in modo da sorvolarlo di almeno 0,5 m, nei pressi delle acacie fiorite si notava come tendevano ad alzarsi di quota con un angolo di inclinazione dall'orizzontale di più di 45° per raggiungere le fronde



Immagine 15: apiario utilizzato per le prove di volo libero

ricche di fiori. I posizionamenti lungo tutto il tragitto hanno evidenziato sempre le suddette condizioni di volo. Mentre per quanto riguarda il ritorno non si riusciva ad individuare a vista delle traiettorie precise ma solo nei pressi dell'apiario si notavano come le api ritornassero con una traiettoria diversa (provenendo da sud), rispetto la direzione dell'andata ed inoltre si notava come le api durante il ritorno arrivano con altezze di volo molto più elevate rispetto alle altezze che mantenevano durante l'andata.

3.3.3. Comportamento delle api durante il volo guidato con sfondo fisso

Queste prove hanno voluto dimostrare in che modo le api possano attraversare un appezzamento di terreno libero (un ipotetico campo di mais in semina), si è potuto fare ciò riunendo il flusso di api in una fascia ristretta, grazie agli alimentatori posti alla fine dell'appezzamento; per questo motivo è definito volo guidato. Inoltre si è potuto eseguire delle prove con una seminatrice in opera e grazie allo sfondo scuro si è potuto seguire come le api si comportano scansionando i filmati e le foto eseguiti durante le prove.

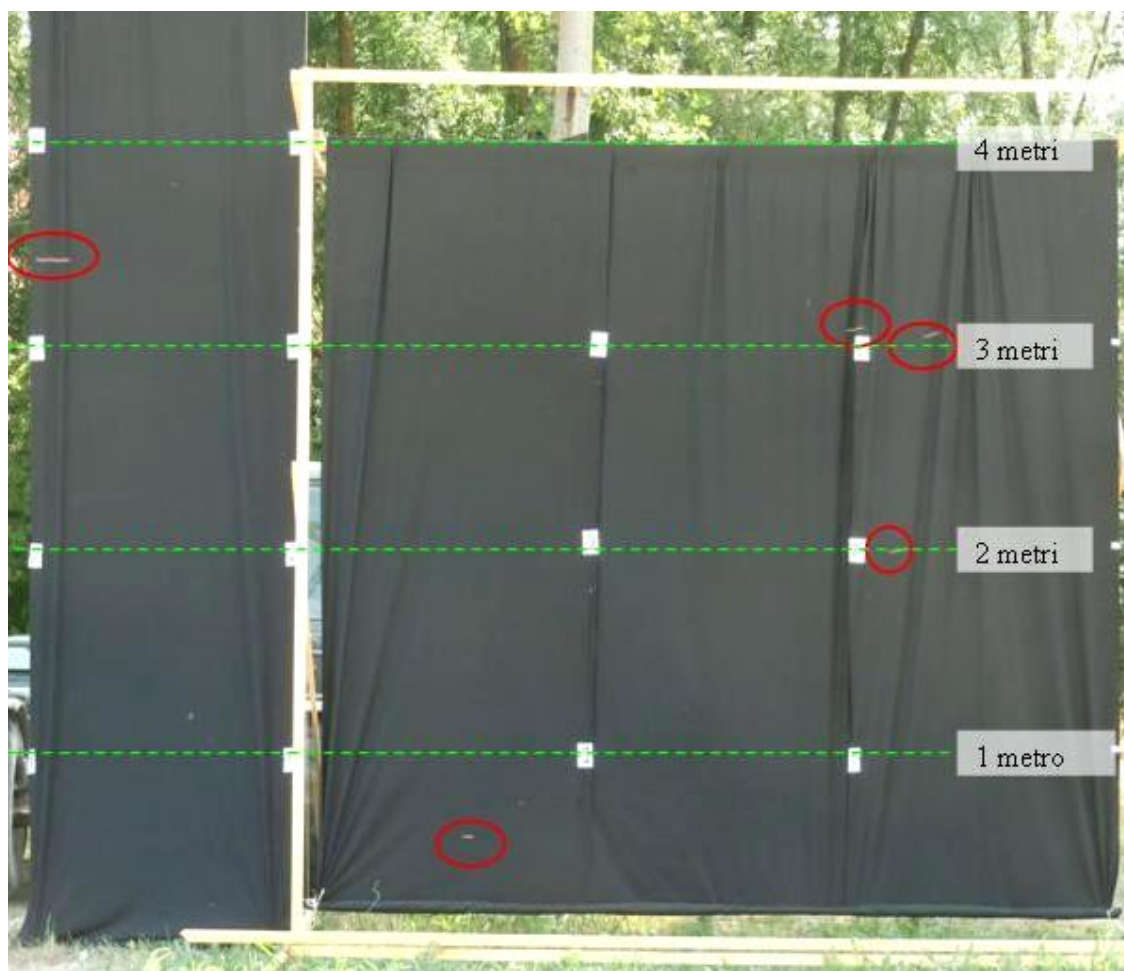


Immagine 16: immagine del passaggio delle api durante la prova di volo guidato su sfondo fisso, cerchiati in rosso si vedono le api in volo, mentre le linee tratteggiate indicano le altezze da terra.

Il volo delle api senza impedimenti con il solo sfondo fisso di colore nero, ha fatto notare come il volo è concentrato in una fascia di altezza inferiore ai 4 m per oltre il 70% delle api sul totale di api controllate per un'altezza di 8 m (vedi tab:1). Tali prove sono state eseguite nei mesi di giugno-luglio 2012 in giornate calde e soleggiate con temperature sempre superiori ai 25°C ; si notava inoltre che era ampio il flusso di api che andavano verso l'alimentatore mentre il flusso di ritorno era inferiore e ad altezze più elevate anche più di 7-8 m. Con un'osservazione da altri punti, ad esempio vicino all'alimentatore si nota come la direzione delle api non era la stessa e che tendevano tornare con una traiettoria spostata di 20-30° ad ovest rispetto la direzione di andata e tendono ad alzarsi a quote molto maggiori. Per documentare queste prove sono stati eseguiti dei brevi filmati di alcuni minuti ciascuno in momenti diversi della giornata ed in giorni diversi; successivamente questi filmati sono stati scansionati per poter verificare effettivamente quante api transitano alle diverse altezze. I dati raggruppati e portati a percentuale si possono vedere nella tab:1 e poi si può notare nel grafico come le altezze di volo sono diverse tra andata e ritorno.

altezza	direzione api			% andata	% ritorno
	andata	ritorno			
0-1 m	5	1		1,02880658	0,55865922
1-2 m	72	4		14,8148148	2,23463687
2-3 m	123	12		25,308642	6,70391061
3-4 m	136	23		27,9835391	12,849162
4-5 m	57	19		11,7283951	10,6145251
5-6 m	37	29		7,61316872	16,2011173
6-7 m	29	39		5,96707819	21,7877095
7-8 m	27	52		5,55555556	29,0502793
totale api	486	179	%	100	100

Tabella 1: dati inerenti a tre filmati di 2 minuti ciascuno eseguiti durante le prove e scansionati per il conteggio delle api alle diverse altezze, dati numerici e rapportati in percentuale

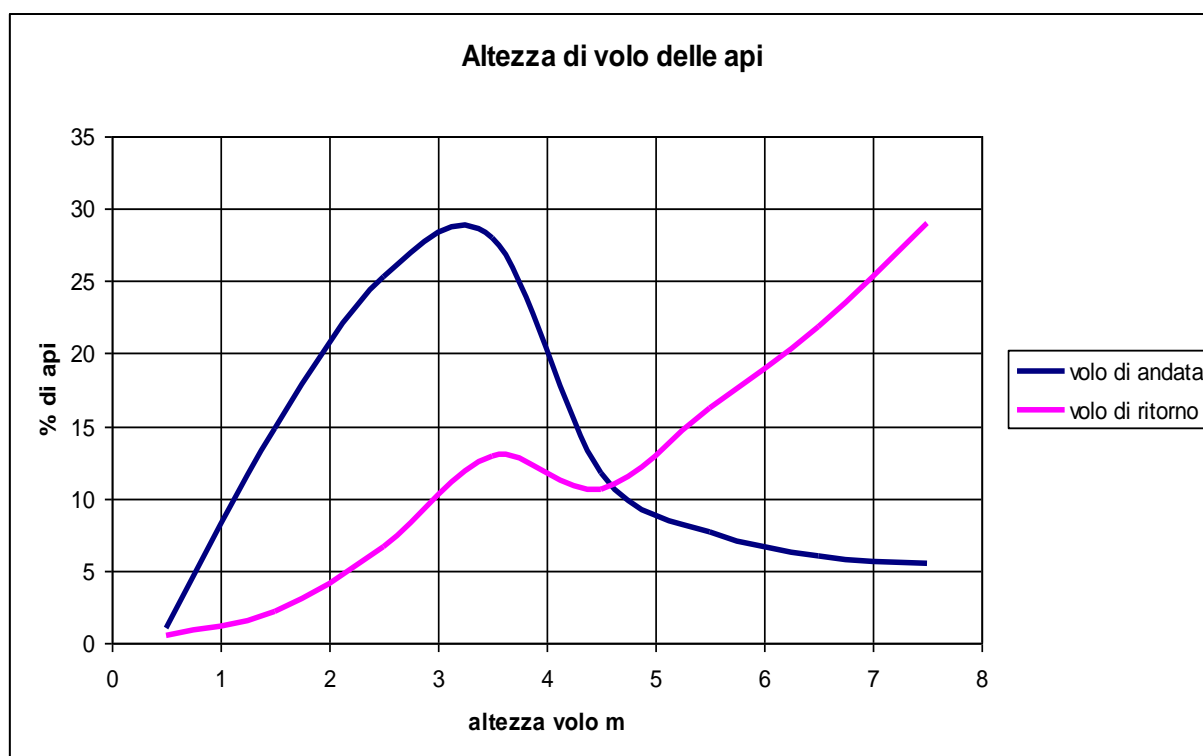


Immagine 17: grafico riportante i dati esposti nella tabella 1 inerente alle altezze di volo delle api

Nelle prove eseguite con simulazione di semina, il trattore transitava vicino allo sfondo in modo che si potesse ben vedere il comportamento delle api, in effetti le api tendono a schivare il mezzo in movimento o alzandosi sopra esso di circa un metro o schivarlo lateralmente, comportamento notato da un operatore posizionato sulla macchina in movimento. Anche quando durante la semina si è riprodotta una nuvola, tramite della polvere di talco, in modo da

simulare, in maniera più intensa e visibile, la nube di particolato che viene emesso dalla seminatrice, il comportamento è risultato molto simile. Con tale prova si osserva che anche se le api schivano il trattore e tentano di schivare anche la nube in buona parte delle api la attraversano in parte o completamente anche perché l'espansione che arriva ad avere la nube non permette alle api di avere alternative. Si può osservare in immagine 17 come le api entrano nella nube e dai numerosi filmati eseguiti durante le prove si nota come le api in volo non schivano la nube ma solo il mezzo entrando dentro la nube bianca, scomparendo quindi alla vista.

4. Relazioni tra volo delle api ed impolveramento



Immagine 18: immagini scattate in sequenza durante il transito della seminatrice durante le prove, si può notare l'ampiezza della nube sviluppatasi con l'introduzione di talco per simulare la nube di particolato

Considerando la possibilità che le api possano essere intossicate a causa delle polveri emesse durante la semina di sementi conciate con neonicotinoidi, tramite seminatrice pneumatica, (Girolami et al., 2012/b) in base alle osservazioni fatte e al comportamento delle api che si è sopra descritto si può vedere che esiste una certa possibilità che le api possano effettivamente essere intossicate. Considerando che le api volano ad un'altezza di circa 2-3 m o più alte nel caso di voli di ritorno, e sapendo che la nuvola emessa dalla seminatrice, nel caso descritto, una seminatrice Monosem NG plus, le polveri possono raggiungere i 4 m di altezza ed un'ampiezza di 20 m in larghezza ed un volume d'aria di 300 l/s (Girolami et al., 2012/a) nel caso di altre seminatrici è da valutare l'ampiezza delle emissioni però facilmente sono simili. Considerando che le api anche se riescono a schivare il trattore e la seminatrice, generalmente deviano leggermente la traiettoria passando appena affianco o appena sopra all'ostacolo, ma non sufficientemente per schivare la nuvola di polvere che la seminatrice crea, che come si può vedere dall'immagine (immagine 18) la nuvola (simulata con il talco)

resta in sospensione per alcuni secondi anche dopo il passaggio della seminatrice e quindi amplifica la possibilità che le api incappino su tale nuvola. Sapendo che le api volano ad una velocità che può essere variabile da circa 3,8 a 5,3m/s a seconda del tragitto e delle traiettorie(Riley et al., 2003), dopo il passaggio della seminatrice le polveri rimanendo sospese (immagine n. 19) su una vasta area e per svariati secondi la possibilità di incontro tra api e nube cresce enormemente creando, nei periodi di semina, condizioni paragonabili a dei muri di aria intossicata che può rivelarsi fatale per le api ma anche probabilmente per molti altri insetti. Quindi se le api possono venire a contatto con la nube anche per più di 5 secondi, valutando la velocità e l'ampiezza della nube, pertanto stando alle prove di impolveramento (Girolami et al., 2012/a; Marzaro et al., 2011) e alle analisi tossicologiche eseguite sull'aria e sulle api (Tapparo et al., 2012), sarebbe sufficiente un contatto con le polveri molto inferiore ai 5 secondi perché questo risultasse fatale. Con un solo passaggio delle api vicino alla seminatrice (immagini n. 20) le api possono venire a contatto con una quantità di insetticida di oltre 1000 ng/ape di insetticida (clothianidin), (Girolami et al., 2012/a; Tapparo et al., 2012) quando la DL₅₀ per contatto dei neonicotinoidi usati in tale prova Clothianidin è 22ng/ ape (Iwasa et al., 2004).



Immagine 19: seminatrice pneumatica durante le prove con in evidenza la nuvola di polvere emessa e che permane in sospensione.

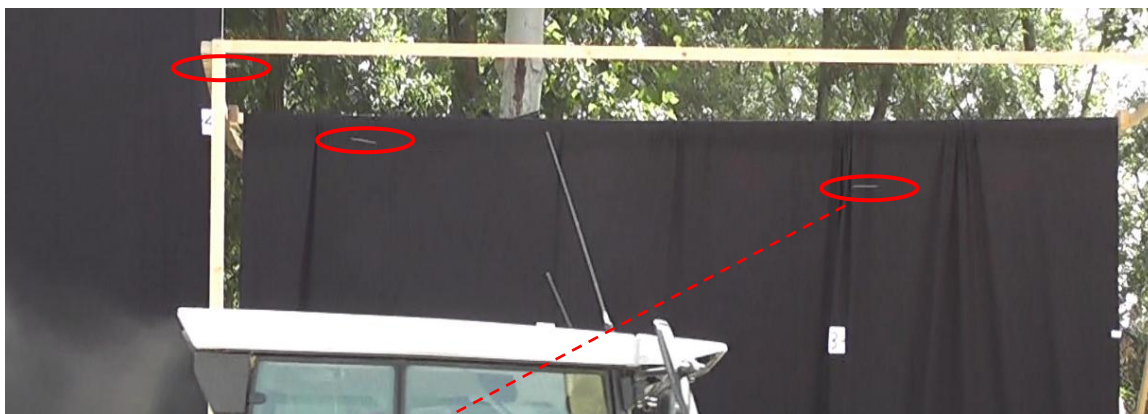


Immagine 20: serie di immagini che ritraggono il passaggio della seminatrice durante le prove con la simulazione della polvere con il talco, si possono notare con i cerchietti rossi le api. Con la freccia tratteggiata si nota la stessa ape come si è spostata durante la sequenza delle immagini estratte da uno dei filmati svolti, l'ape supera il trattore di pochi centimetri e non accenna di schivare la nube.

5. Conclusioni e discussioni

Nel corso delle ricerche si sono evidenziati alcuni comportamenti delle api oggetto di ricerca ed altri aspetti inattesi, particolarmente interessanti. I test sono stati eseguiti per evidenziare le caratteristiche dei normali voli di bottinamento per migliorare le conoscenze sulle possibili cause della moria di api, in particolare la morte dovuta all'impolveramento diretto in volo.

L'adozione dello sfondo nero fisso di altezza anche superiore ai 4 m ha consentito di osservare i voli delle api anche filmandole con sufficiente precisione.

L'osservazione durante il volo libero ha consentito di documentare, tramite filmati, che le api compiono voli diretti per dirigersi verso la fonte di alimentazione mentre il ritorno è generalmente meno preciso e segue traiettorie diverse. Questo comportamento sembra apparentemente poco razionale, dato che le api appesantite da nettare e polline percorrono tragitti più lunghi al ritorno rispetto all'andata; il ritorno meno diretto trova conferma negli studi di Von Frish il quale afferma che le api tendono a ritornare verso l'apiario con tragitti diversi e più lunghi rispetto a quelli effettuati all'andata verso la fonte di cibo. Le api nel ritorno fanno riferimento a punti che si trovano nelle vicinanze dell'apiario.

Probabilmente il ritorno orientato su punti fissi ben visibili consente all'ape di bottinare su ampie superfici e per tempi lunghi. Se dovesse orientarsi rispetto al sole dovrebbe calcolare lo spazio percorso sulle fioriture rispetto al punto di arrivo e la diversa posizione del sole. Questo non si verifica se l'ape raggiunge il puntiforme dispenser, con acqua e zucchero, e assume rapidamente la soluzione. In tal caso potrebbe orientarsi rispetto al sole ma probabilmente già abituata ai punti di riferimento, in estate rientra con percorsi più lunghi. In primavera, quando l'ape è da poco abituata a raggiungere il dispenser, di regola le api tornano in maniera diretta.

Durante le prove eseguite con gli alimentatori mobili si è notato un comportamento non noto o almeno non ancora pubblicato, che riguarda la memorizzazione delle api nei confronti di una fonte di cibo fissa, che si trova ad almeno una decina di metri dall'alveare: prelevando delle api "esperte" assieme al contenitore del cibo e liberandole in un'altra posizione anche a distanza di centinaia di metri risultano in grado di riorientarsi appena liberate e poi continuano a tornare a cercare la nuova fonte di cibo dove sono state liberate. Quindi, se si pone una nuova fonte di cibo, nel luogo della liberazione, nell'arco di poco tempo il messaggio viene trasmesso all'alveare e si ricostituisce un flusso di api anche verso la nuova posizione. Se la prova viene eseguita con api inesperte che non sono abituate a visitare l'alimentatore non si ottiene lo stesso risultato probabilmente perché l'ape inesperta non associa la posizione ad

una fonte di cibo e quindi non la comunica all'alveare. Questa tecnica di addestramento delle api può trovare un buon riscontro ed utilità in associazione con le tecniche innovative di rilevazione del tragitto delle api di recente messe a punto (Riley et al., 2003) tramite microcip. Per quanto riguarda le altezze di volo rilevate tramite i video effettuati si è potuto notare che oltre il 70% delle api si mantengono, durante i voli di andata, ad altezze inferiori a 4 m, questo in condizioni di bel tempo, senza vento e temperature indicativamente superiori a 10°C. Questa situazione fa sì che le api possano essere esposte durante i loro voli a una possibile intossicazione nel caso la loro traiettoria incroci quella di una seminatrice pneumatica in opera con semente concia con neonicotinoidi (Girolami et al., 2012/a). Le api che ritornano invece, (in base alle prove eseguite nel mese di luglio-agosto con le condizioni ambientali sopra descritte) sono coinvolte solo parzialmente all'impolveramento in volo. Tuttavia in base ad osservazioni effettuate nei mesi di aprile e maggio, risulterebbe che anche durante i voli di ritorno le api si mantengono ad altezze relativamente basse e quindi sussista la possibilità che anche durante il ritorno le api incrocino la seminatrice e quindi subiscano un possibile impolveramento. In accordo con Riley et al., (2003) si è constatato che la velocità delle api è di 3,8-5,6 m/s; considerando che la nube che si sviluppa attorno alla seminatrice è di circa 20 m di diametro con un'altezza di 3,5 m; si può ipotizzare verosimilmente che le api possano venire a contatto e rimanere nella nube per alcuni secondi (immagine: 19), tempo sufficiente per intercettare e trattenere quantità di p.a. di 500-1000 ng più che sufficienti per subire un'intossicazione, con possibile conseguente morte se si trovano in ambiente umido (Marzaro et al., 2011; Girolami et al., 2012/b). Supponendo, che un'ape si carichi del particolato corrispondente al volume di aria investito durante il suo transito nella nube (emessa dalla seminatrice), e che quest'ultima abbia una concentrazione di p.a. di circa 15µg/m³ (Tapparo et al., 2012), per raggiungere una quantità di p.a. di 500-1000ng/ape in riferimento ad una nube di 20m di diametro l'ape dovrebbe investire un solido con una superficie trasversale di almeno 15-30 cm². Tali dati sono giustificabili ipotizzando che le api, possedendo una carica elettrostatica (Warnke, 1976), possano attrarre verso se più particolato di quanto effettivamente investono.

Si può ipotizzare inoltre che gli studi effettuati sui campi elettromagnetici delle api, le quali possono caricarsi elettrostaticamente in maniera diversa anche solo in determinate parti del corpo (Warnke, 1976), possa aiutarle ad espellere le polveri "indesiderate", ma che, nel caso l'ambiente sia umido, tali campi vengano annullati e quindi l'ape subisce l'intossicazione essendo impossibilitata a respingere il particolato insetticida.

In conclusione risulta verosimile che le polveri emesse possano essere in parte responsabili di possibili episodi di moria di apiari in concomitanza con la semina del mais in primavera. In particolare, in un contesto di frammentazione degli appezzamenti, caratteristico del Nord Italia, le api, durante i ripetuti voli di bottinamento, passano attraversando gli appezzamenti destinati a mais, dove, in primavera vi è un'alta probabilità di trovare una seminatrice in azione e subire una intossicazione letale dovuta alla contaminazione con il particolato emesso, intossicazione che può ripercuotersi sulla sopravvivenza della famiglia stessa. In particolare se l'umidità relativa è alta si può ipotizzare che le api non sappiano decontaminarsi e quindi andare incontro a conseguenze letali (Marzaro et al., 2011).

6. Bibliografia

- A.M.A Associazione Marchigiana Apicoltori 2010.** Importanza ecologica dell'ape. www.amailmiele.it/importanza-ecologica-dell-ape.
- Anderson, D. L., and J. W. H. Trueman. 2000.** *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.* 24:165-189.
- APAS 2010.** Associazione Produttori Apistici Sondrio, Peste Europea www.apicoltori.so.it.
- APENET, 2009.** Servizio della Rete Rurale Naturale. Scheda APENET: Monitoraggio e ricerca in apicoltura. <http://www.reterurale.it/api> Relazione sull'attività svolta e sui primi risultati ottenuti nell'ambito del progetto Apenet per la tematica "Effetti del mais conciato sulle api" www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/860.
- Bailey L. 1958.** The epidemiology of the infestation of honeybee, *Apis mellifera* L., by the mite *Acarapis woodi* Rennie and the mortality of bees, *Parasitology* 48, 493–506.
- Bailey, L., 1955.** The infection of the ventriculus of the adult honeybee by *Nosema apis* (Zander). *Parasitology* 45, 86–94.
- Baldoni R e Giardini L 2001.** Mais o Granturco. Coltivazioni Erbacee, Cereali e Proteaginose, 154-199. Bologna: Patron Editore. Remigio Baldoni, Luigi Giardini.
- Bodria L et al. 2006; Bodria L., Pellizzi G., Piccarolo P. 2006** *Meccanica Agraria*, volume I; il trattore e le macchine agricole, 117-119. Ed agricole.
- Bortolotti L. Porcini C. Sbrenna G. 2002.** Effetti dell'imidacloprid nei confronti di *Bombus terrestris* (L.) Prove di laboratorio Bortolotti CORR 10-04-2002 15:08 Pagina 66.
- Breer H. and Sattelle D. B. 1987.** Molecular properties and functions of insect acetylcholine receptors. *J. Insect Physiol.* 33, 771–790.
- Buckingham S, Lapied B, LeCorronc H, Grolleau F, Sattelle DB 1997.** Imidacloprid actions on insect neuronal acetylcholine receptors. *J Exp Biol*;200:2685–92.
- De'glise P, Grunewald B, Gauthier M. 2002.** The insecticide imidacloprid is a partial agonist of the nicotinic receptor of honeybee Kenyon cells. *Neuroscience Lett*;321:13–6.

- De la Rúa, P., R. Jaffe, R. Dall 'Olio, I. Munoz, and J. Serrano. 2009.** Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie* (special issue) 40:263–284.
- Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM 2007.** The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu Rev Entomol* 52:81–106.
- Elbert A, Haas M, Springer B, Thielert W, Nauen R 2008.** Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. *Pest Manag Sci* 64(11):1099–1105.
- Epa 2012.** http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration_review/highlights.htm, ultimo accesso 08/08/2012.
- Filippi F. 2012.** Caratterizzazione e possibilità di abbattimento del particolato della concia del mais emesso dalle seminatrici pneumatiche. relatore Girolami V. correlatore Sartori L., DAFNAE, Facoltà di Agraria, Università degli studi di Padova, Legnaro.
- Frisch K. V. 1951.** - Nel mondo delle api; prefazione di Anita Vecchi. - Bologna: Edagricole.
- Frixione E. et al 1992.** Dynamics of polar filament discharge and sporoplasm expulsion by microsporidian spores. *Cell Motility and the Cytoskeleton*. Volume 22, Issue 1, pages 38–50.
- FAO 2012.** FAOSTAT 2012, <http://faostat.fao.org>, ultimo accesso 19/07/2012.
- Gallai N. Nicola Gallai, Jean-Michel Salles, Josef Settele, Bernard E. Vaissière 2009.** Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* Volume 68, Issue 3, 15 January 2009, Pages 810–821.
- Girolami V. M. Marzaro, L. Vivan, L. Mazzon, C. Giorio, D. Marton , A. Tapparo 2012/a.** Aerial powdering of bees inside mobile cages and the extent of neonicotinoid cloud surrounding corn drillers. *J. Appl. Entomol*
- Girolami V, Marzaro M, Vivan L, Mazzon L, Greatti M, Giorio C, Marton D, Tapparo A, 2012/b.** Fatal powdering of bees in flight with particulates of neonicotinoids seed coating and humidity implication. *J. Appl. Entomol.* 136, 17–26.
- Girolami et al. 2009: Girolami V. L. Mazzon, Squartini A., Mori N., Marzaro M., Di Bernardo A., Greatti M., Giorio C., Tapparo A. 2009.** Translocation of Neonicotinoid Insecticides From Coated Seeds to Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees. *J. Econ. Entomol.* 102(5): 1808-1815 .

- Girolami V. 2008.** Guttazioni: perle letali della primavera Vincenzo Girolami. Atti forum fitoiatrici-giornate di studio Corte Benedettina Veneto Agricoltura 11/12/2008.
- Govan V. A. et al 1998.** *Agricultural Research Council, Stellenbosch 7599,2 South Africa* A PCR Detection Method for Rapid Identification of *Melissococcus pluton* in Honeybee Larvae applied and environmental microbiology, May 1998, p. 1983–1985.
- Greatti M., Barbattini R., Stravisi A., Sabatini A. G., Rossi S. Presence 2006.** of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho® dressed seeds. *Bulletin of Insectology*; 59 (2): 99-103.
- Greatti M., Sabatini A. G., Barbattini R., Rossi S., Stravisi A 2003.** Risk of environmental contamination by the active ingredient imidacloprid used for corn seed dressing. Preliminary results. *Bulletin of Insectology*, 56 (1): 69-72.
- Hc-sc 2012.** http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_decisions/rev2012-02/index-eng.php, ultimo accesso 08/08/2012.
- Ibama 2012.** <http://www.ibama.gov.br/publicadas/processo-de-reavaliacao-de-agrotoxicos-e-iniciado-no-ibama>, ultimo accesso 08/08/2012.
- Iwasa, T.; Motoyama, N.; Ambrose, J. T.; Roe, R. M. 2004.** Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Prot.* 2004, 23, 371–378.
- Kagabu S. 1997.** Chloronicotinyl insecticides-discovery, application and future perspective. *Rev Toxicol*;1:75–129.
- Kevan, P. G., E. A. Clark, and V. G. Thomas. 1990.** Insect pollinators and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* 5: 13-22.
- Klein et al. 2007** Alexandra-Maria Klein, Bernard E. Vaissie`re, James H. Cane, Ingolf Steffan-Dewenter¹, Saul A. Cunningham, Claire Kremen and Teja. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B* (2007) 274, 303–313. Downloaded from rspb.royalsocietypublishing.org on October 1, 2012.
- Kühnholz, S., and T. D. Seeley. 1997.** The control of water collection in honey bee colonies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 41: 407-422.
- Maini S., Medrzycki P., Porrini C., 2010.-** The puzzle of honey bee losses: a brief review.- *Bulletin of Insectology*, 63: 153-160.
- Matsuda K, Shimomura M, Ihara M, Akamatsu M, Sattelle DB 2005.** Neonicotinoids show selective and diverse actions on their nicotinic receptor targets:

electrophysiology, molecular biology, and receptor modeling studies. *Biosci Biotechnol Biochem*; 69:1442–52.

Marzaro M, Vivan L, Targa A, Mazzon L, Mori N, Greatti M, Petrucco Toffolo E, Di Bernardo A, Giorio C, Marton D, Tapparo A, Girolami V, 2011. Lethal aerial powdering of honey bees with neonicotinoids from fragments of maize seed coat. *Bull. Insectol.* 64, 118–125.

Morse R. A., Calderone N. W.; 2000; The Value of Honey Bees As Pollinators of U.S. Crops in 2000; *BeeCulture* Pollination 2000; p1-16.

Naturamediterraneo 2010. l'Ape. www.naturamediterraneo.com/ape.

Nikolakis A, Chapple A, Friessleben R, Neumann P, Schad T, Schmuck R, Schnier HF, Schnorbach H, Schoning R, Maus C, 2009. An effective risk management approach to prevent bee damage due to the emission of abraded seed treatment particles during sowing of seeds treated with bee toxic insecticides. *Julius Kühn Archiv* 423, 132–148.

Nextme 2012 <http://www.nextme.it/scienza/natura-e-ambiente/1814-api-legge-fisica-volo> ultimo accesso 8/8/2012

Pannella F. 2008. A PAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici atti del workshop Sindrome dello Spopolamento degli Alveari. pag 15. 29 – Gennaio – 2008.

Paxton Robert J., Klee Julia, Korpela Seppo and Fries Ingemar 2007. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. *Apidologie* Volume 38, Number 6, November-December 2007 Page(s) 558 – 565.

Peters 1975. *Jornal of Economic Entomology* vol. 68, no. 4.

Pioneer Hi-Bred Italia Srl 2010. www.agronomico.com .

Pochi D., Biocca M., Fanigliulo R., Pulcini P and Conte E. 2012; Potential Exposure of Bees, *Apis mellifera* L., to Particulate Matter and Pesticides Derived from Seed Dressing During Maize Sowing. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* Volume 89, Number 2 (2012), 354-361, DOI: 10.1007/s00128-012-0664-1.

Rennie J. 1921. Isle of Wight disease in hive bees –acarine disease: the organism associated with the disease – *Tarsonemus woodi*, *Trans. R. Soc. Edinburgh* 52, 768–779.

- Riebe E, 2009.** Exposition Paths of Neonicotinoids. DBIBParis, 10 December 2009.
<http://www.bitsandbees.nl/Expo-Paths-Paris.pd>.
- Riley JR, Osborne JL, 2001.** Flight trajectories of foraging insects observations using harmonic radar. In: Insect movement: mechanisms and consequences. Ed. By Woilwod IP, Reynolds DR, Thomas CD. CAB International, Wallingford, UK, 129–157.
- Riley J.R et al. 2003 J. R. Riley, U. Greggers, A. D. Smith, S. Stach, D. R. Reynolds, N. Stollhoff, R. Brandt, F. Schaupp and R. Menzel 2003;** The automatic pilot of honeybees Downloaded from rspb.royalsocietypublishing.org on September 27, 2012.
- Roos, E. E, Moore, F. D. 1975.** effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 100:573-76.
- Rosenkranz, P., P. Aumeier, and B. Ziegelmann. 2010.** Biology and control of *Varroa destructor*, J. Invertebr. Pathol. 103: S96–S119.
- Sutter, G. R., J. R. Fishel', N. C. Elliott, and T. F. Branson.1990.** Effect of insecticide treatments on root lodging and yields of maize in controlled infestations of western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. N. 83.
- Shawki, M.A.-A., D. Titera, J. Kazda, J. Kohoutkova, and V. Taborsky. 2005.** Toxicity to honeybees of water guttation and dew collected from winter rape treated with Nurelle D_ registered. Plant Prot. Sci. 42: 9-14.
- Tapparo A., Giorio C., Marzaro M., Marton D., Soldà L., Girolami V., 2011.** Rapid analysis of neonicotinoid insecticides in guttation drops of corn seedlings obtained from coated seeds.- Journal of Environmental Monitoring, in press (doi:10.1039/c1em10085h).
- Tapparo A, Marton D, Giorio C, Zanella A, Solda` L, Marzaro M, Vivan L, Girolami V, 2012.** Assessment of the environmental exposure of honeybees to the particulate matter containing neonicotinoid insecticides coming from corn coated seeds. Environ. Sci. Technol. 46, 2592–2599.
- Thomas C. at al. 2004.** Nosema apis infection in worker and queen Apis mellifera Apidologie. Volume 35, Number 1, January-February 2004.
- Todisco A. 2008.** A PAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici atti del workshop Sindrome dello Spopolamento degli Alveari 29 – Gennaio – 2008.

- VanEngelsdorp D. et al. 2007.** An Estimate of Managed Colony Losses in the Winter of 2006 – 2007: A Report Commissioned by the Apiary Inspectors of America. American Bee Journal July 2007 page 1.
- VanEngelsdorp, D., J. D. Evans, C. Saegerman, C. Mullin, E. Haubruge, B. K. Nguyen, M. Frazier, J. Frazier, D. Cox-Foster, Y. Chen, R. Underwood, D. R. Tarpy, and J. S. Pettis. 2009.** Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study. PLoS ONE 4: e6481.
- Visscher, P. K., K. Crailsheim, and G. Sherman. 1996.** How do honey bees (*Apis mellifera*) fuel their water foraging flights? J. Insect Physiol. 42: 1089-1094.
- Warnke U. 1957.** Bee world, vol. 57 n.2 Effects of electric charges on honeybees; pag.51-57.
- White, G. F. 1907.** The cause of American foulbrood. U. S. Dept. Agr., Bur. Entomol., Circ. 94.
- White, G. F. 1912.** The cause of European foulbrood. U.S. Dep. Agric. Circ. 157:1-15.
- Yang E. C., Chuang Y. C., Chen Y. L., Chang L. H., 2008.** Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hymenoptera: Apidae).- *Journal of Economic Entomology*, 101: 1743-1748.
- Zander, E., 1909.** Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene. Münchener Bienenzeitung 31, 196–204.

7. Ringraziamenti

Un semplice ringraziamento non è sufficiente per esprimere la giusta riconoscenza a tutti coloro che in questa parte della mia vita ha contribuito ad aiutarmi, starmi vicino, darmi conforto e spalla di sfogo all'occorrenza, per le varie vicissitudini di ogni tipo, avvenute dentro e fuori dall'esperienza universitaria. Non solo a momenti di sconforto faccio riferimento ma anzi, molte sono state le esperienze positive che porterò sempre con me al di fuori del semplice bagaglio culturale ma che andranno a formare il mio bagaglio personale fatto di esperienze sociali e professionali.

Un elenco di nomi non basterebbe per ringraziare tutti coloro che ne meritano il riconoscimento, quindi per non dimenticare nessuno e non mettere nessuno al primo o all'ultimo posto, esprimo il più sentito grazie a tutti coloro che mi sono e sono stati accanto in questi anni.



Grazie

Stefano Maistrello