



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTA' DI AGRARIA

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

TESI DI LAUREA

**CARATTERIZZAZIONE E POSSIBILITÀ DI
ABBATTIMENTO DEL PARTICOLATO DELLA CONCIA
DEL MAIS EMESSO DALLE SEMINATRICI
PNEUMATICHE.**

Relatore: Prof. Girolami Vincenzo

Correlatore: Prof. Sartori Luigi

Dott. Marzaro Matteo

Laureando:
Filippi Federico
Matricola n. 1013742 TG

ANNO ACCADEMICO 2011- 2012



INDICE

1. PREMESSA

- 1.1. **Riassunto**
- 1.2. **Abstract**

2. INTRODUZIONE

- 2.1. **Apis Mellifera**
 - 2.1.1. Ciclo biologico
 - 2.1.2. importanza dell'ape
- 2.2. **La moria delle api**
 - 2.2.1. Varroa Destructor
 - 2.2.2. Nosema Apis
 - 2.2.3. Peste americana, Peste europea e Acariosi
 - 2.2.4. Insetticidi utilizzati in agricoltura per la concia
- 2.3. **Concia delle sementi di mais**
 - 2.3.1. Cenni storici ai trattamenti insetticidi
 - 2.3.2. Perché si concia
- 2.4. **Normative sull'utilizzo dei concianti in Italia e nel mondo**
- 2.5. **La Seminatrice**
 - 2.5.1. Seminatrice di precisione pneumatica
 - 2.5.2. Il seme conciato nella seminatrice
 - 2.5.3. Formazione della nube
- 2.6. **Caratteristiche delle particelle di insetticida**
- 2.7. **Scopo del lavoro**

3. MATERIALI E METODI

- 3.1. **Materiale utilizzato per la quantificazione della nube**
- 3.2. **Modalità di abbattimento**
 - 3.2.1. Seminatrice convenzionale
 - 3.2.2. *Dual pipe*

- 3.2.3. *Dual pipe con acqua*
- 3.2.4. *Dual pipe con acqua e vortice*
- 3.2.5. *Deflettore trasversale*
- 3.2.6. *Deflettore trasversale con acqua*

4. RISULTATI

- 4.1. **Emissioni di particelle di insetticida da seminatrice convenzionale**
- 4.2. **Emissioni di particelle di insetticida da *dual pipe***
- 4.3. **Emissioni di particelle di insetticida da *dual pipe con acqua***
- 4.4. **Emissioni di particelle di insetticida da *dual pipe con acqua e vortice***
- 4.5. **Emissioni di particelle di insetticida da *deflettore trasversale***
- 4.6. **Emissioni di particelle di insetticida da *deflettore trasversale con acqua***

5. DISCUSSIONI

- 5.1. **Emissioni di particelle di insetticida da seminatrice convenzionale**
- 5.2. **Emissioni di particelle di insetticida da *dual pipe***
- 5.3. **Emissioni di particelle di insetticida da *dual pipe con acqua***
- 5.4. **Emissioni di particelle di insetticida da *dual pipe con acqua e vortice***
- 5.5. **Emissioni di particelle di insetticida da *deflettore trasversale***
- 5.6. **Emissioni di particelle di insetticida da *deflettore trasversale con acqua***

6. CONCLUSIONI

7. BIBLIOGRAFIA

8. RINGRAZIAMENTI

1 PREMESSA

1.1 Riassunto

Questo lavoro è stato realizzato per verificare la correlazione tra il fenomeno della moria delle api e la semina del mais. Sono state eseguite prove trasversali per valutare se durante la semina con seme conciato ed utilizzando una seminatrice pneumatica, il macchinario espelle particelle di principio attivo, e se esiste dunque correlazione tra la moria delle api e l'utilizzo del seme conciato.

Tutto questo per cercare la causa principale della moria delle api detto anche *colony collapse disorder CCD* o *sindrome dello spopolamento degli alveari*. Questa malattia si fa sentire in primavera quando le api ricominciano il loro lavoro, gli alveari colpiti da CCD si presentano con troppo poca popolazione adulta rispetto alla covata, così la famiglia si indebolisce sempre più fino a scomparire.

Questa sindrome è conosciuta in tutto il mondo e si sta cercando di capirne le reali cause in quanto parecchi fattori contribuiscono alla malattia ma nessuno è imputabile più di altri.

In questo lavoro è stato preso in considerazione il fattore neonicotinoidi come possibile causa di moria, descrivendone l'utilizzo nella concia del seme di mais, il percorso compiuto all'interno della seminatrice e la conseguente formazione di una nube costituita da particelle di insetticida.

Dopo aver individuato la nube e le sue caratteristiche sono state esaminate diverse modalità di abbattimento della nube, descrivendone poi l'efficacia.

A partire dalla seminatrice convenzionale, per tentare di ridurre le emissioni di pulviscolo insetticida, si è cercato inizialmente di direzionarlo verso il terreno, sfruttando il sistema *dual pipe*; successivamente si è mirato a diminuire la velocità d'uscita del flusso, così da adagiarlo al suolo, attraverso il *deflettore trasversale*, e di raffreddarlo tramite *dual pipe con acqua e deflettore trasversale con acqua*. L'ultimo passo è stato quello di centrifugare le particelle appesantite dall'acqua all'interno del *dual pipe con acqua e vortice*, cosicché dalla seminatrice modificata possa uscire solamente aria, abbattendo tutte le particelle.

PAROLE CHIAVE: api, concia del seme, seminatrice, nube, neonicotinoidi

1.2 Abstract

This work was carried out to verify the correlation between the phenomenon of honeybees-die and sowing of maize. Transverse tests were performed to assess if during sowing with seed tanned and using a pneumatic seed drill, the machine ejects particles of active principle, and if it exists, a correlation between the mortality of bees and the use of the seed tanned.

All this to find the root cause of bee die-off, also known as Colony Collapse Disorder or CCD Colony Collapse Syndrome. This disease appears in the spring when the bees begin their work: the hives affected by CCD are presented with not enough adult population in relation to brood, so the family is weakened, more and more until it disappears.

This syndrome is known all over the world and there is the attempt to understand the real causes, because several factors contribute to this disease but none has caused more than others. This work has been considered a factor neonicotinoids as a possible cause of honeybees die, describing their use in tanning seed corn, the path inside the seed drill and the subsequent formation of a cloud consisting of particles of insecticide.

After identifying the cloud and its features, different ways of killing the cloud were examined, then described its effectiveness.

Starting from the conventional seed drill, trying to reduce emissions of dust insecticide, an attempt was initially done to directed its towards the ground, taking advantage of the *dual pipe* system. Subsequently the stream was aimed to decrease the output drift, so as to lay it to soil, through the *transverse deflector*, and to cool it using *dual pipe with water* and *transversal deflector with water*. The last step was to spin the weighted particles from the water inside the *dual pipe with water and vortex*, in this ways is thrown out only air, breaking down all the particles.

KEY WORDS: honeybees, tanning seed, seed drill, cloud, neonicotinoids

2 INTRODUZIONE

2.1 Apis mellifera

Descrizione

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. Le api operaie hanno delle parti del corpo modificate per poter raccogliere polline e nettare, che viene trasformato in miele; queste modificazioni riguardano la struttura delle parti boccali e quella delle zampe. 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.

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.

2.2.1 Ciclo biologico

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: infatti 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



Foto 1: ape in attività di bottinamento

aperte. Un alveare può contenere da 30 a 100.000 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 primavera.

Le api quando vengono fuori dalla cella hanno la mansione di ape spazzina, poi si sviluppano le ghiandole ipofaringee e mandibolari così diventa ape nutrice, la quale va in giro per le celle a nutrire le larve. Successivamente si sviluppano le ghiandole della cera diventando ape ceraiola, che va a costruire i favi. Poi diventa ape guardiana che difende l'aveare e alla fine ape bottinatrice che va alla ricerca di acqua, nettare, polline e tutto il necessario al sostentamento della famiglia.

2.1.2 Importanza dell'ape

Oltre che essere l'unico animale in grado di produrre miele, un alimento unico e insostituibile nella dieta dell'uomo, e quindi avere un'importanza economica molto rilevante tanto da mettere l'apicoltura come terza in graduatoria dopo l'allevamento di bovini e suini, l'ape ha un'importanza ecologica fondamentale ed è quella di essere un insetto pronubo, ossia che favorisce l'impollinazione, trasferendo il polline da un fiore all'altro.



Foto 2: api all'interno dell'alveare

Si calcola che 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 rappresenta circa il 9,5% della produzione agricola mondiale (Gallai et al., 2009; Potts et al., 2010), nei soli USA nel 2000 il valore delle colture impollinate dalle api è di 14,7 miliardi di dollari (Morse, 2000).

Tra il 1961 e il 2007 si registra un aumento della produzione di miele pari al 58%, equivalente a 1,07 milioni di metri cubi (FAO, 2009).

Il beneficio economico derivante dall'impollinazione tramite insetti si è affermato anche grazie all'apertura di un mercato di noleggio di api e bombi (Velthuis and Van Doorn, 2006), sia in Europa (Carreck et al., 1997) che in USA (Sumner and Boriss, 2006)

Il numero di alveari sottolinea lo stretto legame tra il territorio e l'insetto pronubo:

Zona osservata	Anno	N° alveari
EUROPA	2008	15763450
EUROPA	2009	15619835
EUROPA	2010	15787227
ITALIA	2009	500000
ITALIA	2010	500000

Tabella 1: N° alveari in Europa e in Italia. Dati FAOSTAT, 2012

L'ape ha un'importanza ecologica fondamentale ed è quella di essere un insetto pronubo, ossia che favorisce l'impollinazione, trasferendo il polline da un fiore all'altro; questo servizio rappresenta il contributo più importante nella moderna agricoltura. (*Klein et al.,2007*).

Il mantenimento della biodiversità vegetale, è possibile solo se c'è una quantità elevata di insetti impollinatori. Si consideri, 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 52 su 115 prodotti agricoli dipendono dall'impollinazione (frutti, semi...) (*Klein et al.,2007*). Vale a dire che il 39% del valore della produzione mondiale è sottoposto a questo fenomeno. (*Gallai et al.,2008*) 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 e con i suoi continui voli di esplorazione, diventa una vera sentinella ambientale sulla quale vengono poi effettuate le analisi strumentali per monitorare l'ambiente. Alcune sostanze inquinanti possono essere prese dall'ape con il semplice contatto con suolo, vegetazione, aria e acqua.

Quindi gli insetti pronubi ed in particolare le api hanno un'importante valore sia ecologico che economico, sia diretto che indiretto.

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

“Come il cane l'ape ha accompagnato l'uomo nelle sue principali migrazioni” (Crane,1975)

2.2 La moria delle api

La moria delle api o Colony Collapse Disorder è una sindrome molto anomala e non ben spiegata per il momento, consiste in uno spopolamento delle colonie di api all'inizio della stagione, è una sindrome che non si riscontra ogni anno e che la sua diffusione ed estensione non è uniforme senza lasciare tracce comuni che possano accomunare un caso ad un altro.

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



Foto 3: ape morta

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.

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; questo significa 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 cumanphos 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.

Il numero di colonie di api negli USA è sceso del 61%, dai 5,9 milioni nel 1947 a 2,3 milioni nel 2008 (*USDA, 2009*) (*VanEngelsdorp et al.,2009*). Nell'inverno successivo 2008-2009 si è registrato un ulteriore declino del patrimonio apistico USA pari al 29%, ben superiore alla perdita normale che corrisponde al 17,6%. (*van Engelsdorp et al.,2010*) Similmente in Europa le colonie sono scese da 21 milioni, nel 1970, a circa 15,5 milioni nel 2007. (*FAOSTAT, 2009*)

La mortalità delle api in America ed Europa si può ricondurre all'agire combinato di più fattori causali, escludendo l'azione di un singolo fattore isolato. (*van Engelsdorp et al.,2009*) Vi sono molte avversità per le api, quali batteri, funghi, virus, microsporidi, che possono influenzare negativamente la gestione, produttività e sopravvivenza degli alveari (*Morse and Flottum, 1997*)

È importante tener conto dell'elevato spopolamento che avviene nell'alveare a causa 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.

Molteplici sono le patologie che possono colpire un alveare, tra cui: Varroa Destructor, Nosema Apis, Peste Americana, Peste Europea, acariosi e tante altre; ma non ultimi come importanza i fitofarmaci, capaci di danneggiare gravemente gli alveari.

I maggiori indiziati della causa di CCD per quanto riguarda gli insetticidi, sono i neonicotinoidi utilizzati nella concia del seme di mais. Quando questa coltura viene seminata, di norma, utilizzando una seminatrice di precisione pneumatica a depressione, dei frammenti di concia si liberano a causa dello sfregamento tra semi o tra seme e organo seminatore e vengono espulsi in aria dallo scarico del ventilatore centrifugo aspirante presente nella seminatrice. Questi frammenti liberi in aria se vengono intercettati da un'ape in volo possono risultare fatali. (Girolami et al., 2012; Girolami et al., 2011; Marzaro et al., 2011; Nikolakis et al., 2009; Tapparo et al., 2012; Pochi et al., 2012).

Tutte queste avversità hanno contribuito ad un sempre maggiore esaurimento del patrimonio apistico nazionale ed internazionale; ad esempio in Italia nel giro di 18 anni si passa da un milione e trecentomila alveari a solamente cinquecentomila (*grafico 1*) (FAOSTAT, 2012).

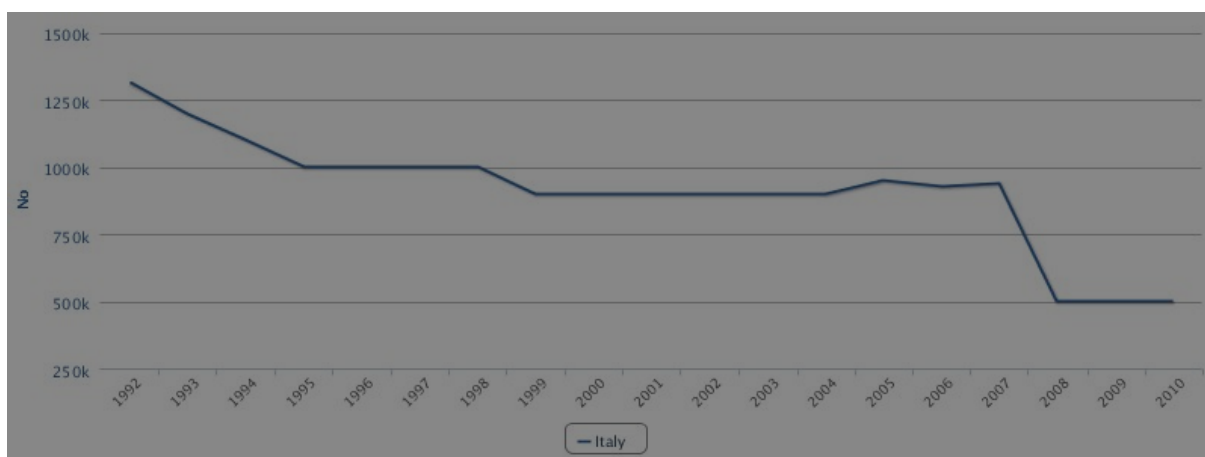


Grafico 1: N° alveari presenti in Italia dal 1992 al 2010 dati FAO

La maggior parte delle colonie su scala mondiale sono infestate da Varroa Destructor, che con l'associarsi di altre avversità (anche se singolarmente poco aggressive) questo insieme di malattie danneggia gravemente la colonia (Allen and Ball, 1996; Ellis and Munn, 2005; Maori et al., 2007; Fries, 2009)

2.2.1 Varroa Destructor

È un acaro parassita che attacca l'esoscheletro dell'ape succhiandone l'emolinfa, soprattutto colpisce *Apis cerana* e *Apis mellifera*. La varroa è stata rinvenuta anche su altri insetti impollinatori, come il bombo (*Bombus pennsylvanicus*), lo scarabeo (*Phanaeus vindex*) e la mosca dei fiori (*Palpada vinetorum*) (Kevan et al.,1990). Sebbene l'acaro *Varroa destructor* 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 (Anderson e Trueman, 2000). La varroa si può riprodurre solamente in una colonia di *apis mellifera*. Una grande infestazione di acari può portare la colonia verso morte certa, di solito tra la fine dell'autunno e l'inizio della primavera.



Foto 4: Varroa Destructor

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 Rua et al.,2009) L'acaro varroa è il parassita con il più pronunciato impatto economico nell'industria dell'apicoltura e al giorno d'oggi è anche da considerarsi il parassita più dannoso delle api a livello mondiale (Rosenkranz et al.,2010).

2.2.2 Nosema Apis



Foto 5: Nosema Apis

È un parassita unicellulare che affligge normalmente *Apis cerana* e, solo recentemente, è comparso anche su *Apis mellifera* (Paxton et al.,2007). Causa la cosiddetta noseemiasi, a cui spesso ci si riferisce con il termine nosema, e lo stato dormiente di questo microsporidio è costituito da spore resistenti alle variazioni di temperatura e di umidità (Zander, 1909). Le spore di fatti non possono essere distrutte con il congelamento dei favi contaminati. Queste spore si localizzano nelle cellule dell'epitelio intestinale ed in altre cellule, e sono circondate da uno spesso involucro prodotto dalla cellula che le contiene. Il nosema apis si riproduce dentro alle suddette cellule dove si divide in molte spore; le unità biologiche ospiti divengono dunque ipertrofiche e rilasciano le spore mature che escono all'esterno con le feci.

2.2.3 Peste americana, Peste europea e Acariosi

Peste americana

La peste americana è una malattia batterica largamente diffusa. E' generalmente considerata una delle 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 della covata causata dal batterio *Bacillus larvae*.

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.

Peste europea

Si tratta di un batterio Gram-positivo *Melissococcus pluton* (White, 1912), agente eziologico della peste europea, una malattia della covata delle api. Inoltre anche altri batteri concorrono a riscontrare la peste europea nelle api: *Paenibacillus alvei*, *Enterococcus faecalis*, *Brevibacillus laterosporus*. Le larve di api si infettano con l'alimentazione; i batteri si moltiplicano nel meso-intestino delle larve, sottraendone il cibo somministrato dalle api nutrici. Se il cibo fornito alle larve è limitato, può essere quasi del tutto utilizzato dal patogeno, determinando la morte della larva. Quando l'alimentazione è abbondante la larva di ape si sviluppa normalmente e quando diventa pupa emette l'agente infettante, che viene successivamente diffuso alle altre larve tramite le api nutrici.

Le larve in ogni caso sono 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

L'acaro in questione *Acarapis woodi* è un 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 per nutrirsi fora con il proprio apparato boccale le trachee dell'ape e ne succhia l'emolinfa. I sintomi dell'acariosi sono di difficile identificazione e si sovrappongono a quelli di altre tipiche patologie che affliggono gli alveari; inoltre date le ridotte dimensioni del patogeno, la diagnosi e il grado di infestazione sono di difficile definizione. La cura più efficace è la distruzione delle famiglie infette.

I reportage delle perdite in Italia da parte degli apicoltori hanno evidenziato la presenza di due scenari ben distinti: le perdite primaverili ed estive sono causate principalmente dall'uso scorretto

degli agrofarmaci. Dalla tarda estate alla fine dell'inverno invece la moria delle api è provocata principalmente dalla presenza massiccia di parassiti come la *Varroa Destructor*.

Il primo tipo di perdita, in primavera, è stato registrato soprattutto nel nord Italia, associato alla frammentazione della concia del seme trattato con insetticida, in estate invece a causa dei trattamenti eseguiti nei frutteti. (Porrini et al., 2009)

Durante il periodo di semina il 57,5% di 139 api morte per sospetto avvelenamento sono risultate positive ai test per la presenza di neonicotinoidi. (Mogliotti, 2008; Mutinelli et al., 2009)

La perdita di colonie in Italia nell'inverno 2007-08 si è riscontrata nel nord Italia tra il 30-40%, e nel sud Italia 10-30% nel centro e nel sud. (Mutinelli et al., 2010) Da tenere in considerazione che il nord Italia è zona maidicola.

2.2.4 insetticidi utilizzati in agricoltura per la concia

La concia è costituita da un film di prodotto che ricopre il seme; la copertura contiene il p.a., di norma neonicotinoidi, i quali proteggono la semente da attacchi di parassiti animali.

Esiste inoltre, una concia con funzione fungicida che può essere miscelata con le concie insetticide e che completa l'azione controllando anche tutti i patogeni fungini del

mais; il nome commerciale è *celest XL* il quale contiene due p.a. *fludioxonil* e *metalaxil-M*. *Fludioxonil* è un fungicida ad altissima persistenza, parzialmente diffuso anche all'interno della plantula; l'amplessimo 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* (Pioneer Hi-Bred Italia, 2010) 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 spp*, *Phitophthora spp*, appartenenti alla famiglia dei Ficomietti).

I p.a. utilizzati per la concia del seme sono elencati nella *tabella 1* con il relativo nome commerciale e le quantità, in mg per semente dichiarato dalla ditta produttrice e la quantità rilevata da una analisi CRA-PAV (Centro di Ricerca per la Patologia Vegetale). I risultati delle analisi confermano sostanzialmente i dati forniti dai produttori.

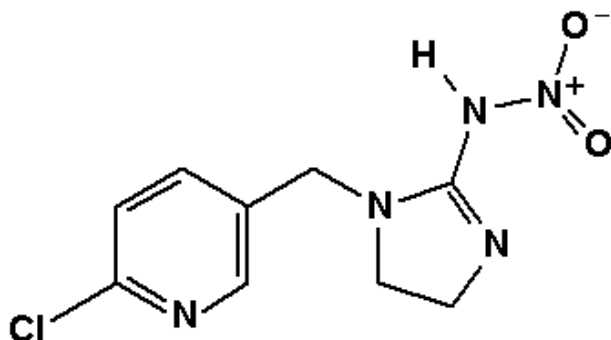


Foto 6: semi di mais concia

Principi attivi:	Nome commerciale:	Quantità p.a. applicata mg/seme	Quantità p.a. rilevata (CRA-PAV) mg/seme
◆ Imidacloprid	Gaucho [®]	1.00	0.89
◆ Thiamethoxam	Cruiser [®]	0.60	0.55
◆ Clothianidin	Poncho [®]	0.50	0.40

Tabella 2: nome p.a., nomi commerciali e quantità di p.a. sul seme.

Imidacloprid



Nome IUPAC 1-((6-Cloro-3-piridinil)metil)-N-nitro-2-imidazolidinimmina

Caratteristiche generali

Formula bruta o molecolare	C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂
Massa molecolare (u)	255.70
Aspetto	Polvere beige o cristalli bianchi

Proprietà chimico-fisiche

Densità (g/cm ³ , in c.s.)	1.54 g/cm ³
Solubilità in acqua	0.61 g/l
Temperatura di fusione (K)	143,8 o 136,4 °C
Tossicità acuta:	DL ₅₀ orale = 5,4 ng/ape DL ₅₀ per contatto = 6,7 ng/ape DL ₅₀ orale ratto = 450 mg/kg di peso vivo

L'imidacloprid è un insetticida che fa capo alla classe dei cloronicotinici neonicotinoidi. È un composto bis-eterociclico alogenato strutturalmente simile alla nicotina da cui differisce per geometria, dimensione e la presenza di un gruppo nitriliminico. Può assumere diverse forme cristalline variando le sue proprietà cromatiche.

Da recenti stime è considerato uno dei più diffusi insetticidi di nuova generazione; ciò è giustificato dall'ampissimo spettro di azione sugli insetti. La molecola è un inibitore irreversibile del recettore nicotinico dell'acetilcolina degli insetti, mentre è molto meno attivo su quello dei mammiferi.

Ha importanti ripercussioni sulla fauna acquatica in quanto concentrazioni al limite della rivelabilità sono in grado di uccidere diverse specie di crostacei e di alghe. Importante è anche la tossicità su diverse specie di volatili.

Tossicità sull'uomo

Da numerosi studi risulta una non rilevabile tossicità sull'uomo a concentrazioni operative normali; questo ha comportato l'uso dei preparati contenenti l'imidacloprid nelle coltivazioni intensive a fine alimentare. Sono riportati in letteratura solo due casi, in tutto il mondo di tossicità sull'uomo, dovuti all'assunzione volontaria di grosse quantità di insetticida a scopo suicida. Questi si riferiscono a una sindrome da stimolazione simpatica con associate iperglicemia, neutrofilia, agitazione psichica seguita da depressione respiratoria.

Tossicodinamica:

si tratta di un p.a. neurotossico che agisce sul sistema nervoso centrale degli insetti, più precisamente sul sito neuronale nicotinico dell'acetilcolina. L'imidacloprid ha un meccanismo d'azione di tipo acetilcolinico-mimetico, cioè si lega in maniera permanente ai recettori proteici della membrana delle cellule nervose, provocando un'iperpolarizzazione del recettore e infine un blocco; creando per l'insetto, uno stato incessante di eccitazione che lo porta alla morte (*Bortolotti et al 2002*).

La modalità di azione, dei neonicotinoidi, nel recettore acetilcolina può essere agonistica o antagonista, l'azione di tipo agonista comporta un continuo stimolo nervoso mentre l'antagonista lo interrompe a livello delle sinapsi (*Tan et al., 2007; Matsuda et al., 2005*).

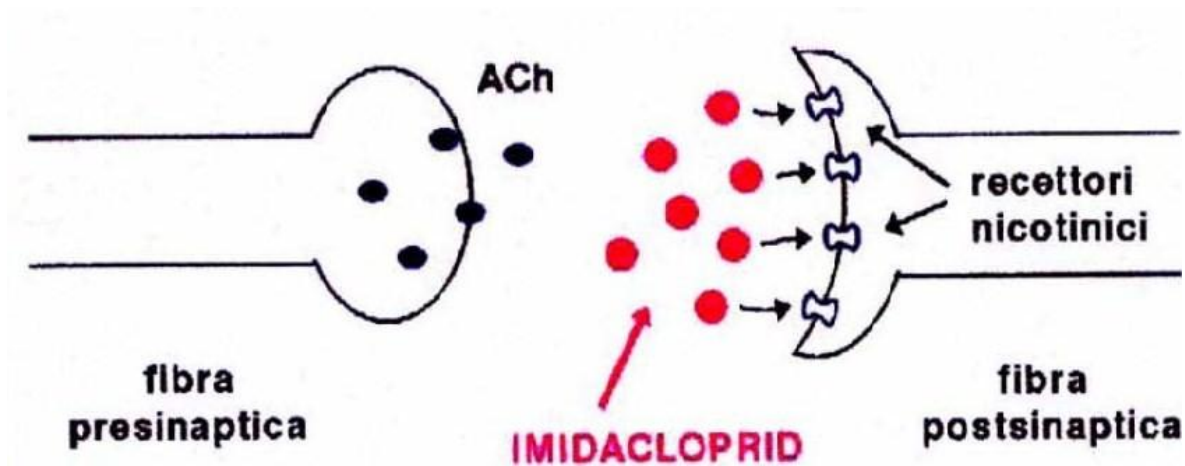
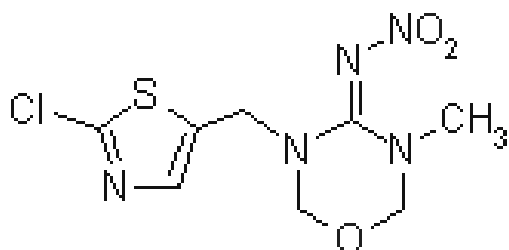


Foto 7: schema azione imidacloprid

Thiamethoxam



Nome IUPAC: 3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidenenitroamine

Formula: C₈H₁₀ClN₅O₃S

Peso molecolare: 291.7

Tossicità acuta su api: DL₅₀ orale = 5 ng/ape

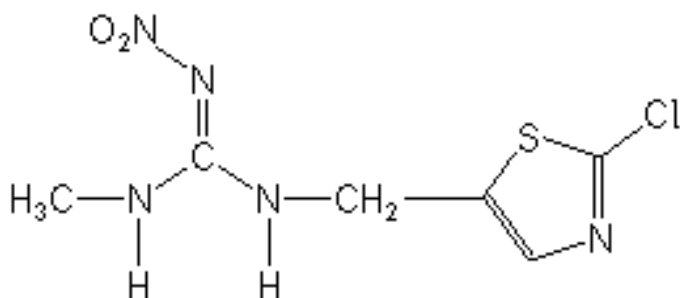
DL₅₀ per contatto = 24 ng/ape

DL₅₀ orale ratto = 1563 mg/kg di peso vivo

È un insetticida sistemico, il principio attivo della seconda generazione di neonicotinoidi. Questo p.a. possiede un'elevatissima solubilità in acqua per una traslocazione rapida ed uniforme del prodotto in tutta la pianta, anche in condizioni di scarsa umidità. A contatto con il terreno, inoltre, si lega alle particelle di suolo e forma un'area di riserva che ricarica continuamente la piantina in accrescimento.

Gli insetti terricoli, come gli elateridi, assorbono il prodotto sia per ingestione sia per contatto; gli insetti fogliari, invece, vengono a contatto durante la fase di suzione (afidi, cicaline e tripidi) o ingerendo i tessuti. Il prodotto è attivo contro gli elateridi fino a 40-50 giorni dalla semina e contro cicaline ed afidi per 90 giorni.

Clothianidin



Nome IUPAC: (E)-1-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-3-methyl-2-nitroguanidine

Formula: C₆H₈ClN₅O₂S

Peso molecolare: 249.7

Tossicità acuta su api

DL₅₀ orale = 3,8 ng/ape

DL₅₀ per contatto = 44 ng/ape

DL₅₀ orale ratto = >2000 mg/kg di peso vivo

Insetticida per la difesa di melo e pero e per la concia delle sementi di mais e barbabietola da zucchero.

Il clothianidin è altamente tossico per le api tramite esposizione di tipo acuto.

Segnalato dalle organizzazioni degli apicoltori italiani come fonte di problemi per l'attività e possibile causa delle ricorrenti stragi di api.

Questo p.a. permette di controllare una vasta gamma di insetti che attaccano il mais, non solo elateridi, afidi e cicaline, ma anche nottue e diabrotica.

Questo insetticida è attivo per contatto ed ingestione, e provoca la morte degli insetti interferendo sulla trasmissione degli impulsi nervosi.

2.3 Concia delle sementi di mais

Il termine seme conciato significa la semente che è stata appallottolata, compressa o battuta nell'insetticida (*Taylor e Harman, 1990*). Con l'arrivo dei prodotti di sintesi si sono avuti a disposizione sempre più prodotti utili per conciare le sementi, alcuni di questi sono sistemici per difendere le plantule anche dopo la germinazione. Per la categoria degli insetticidi non ci sono mai stati prodotti che potevano ben svolgere il compito di protezione delle sementi anche perché non si potevano usare esteri fosforici come concianti poiché causano problemi di fitotossicità. Con l'introduzione dei neonicotinoidi, si è potuto sostituire il classico insetticida



Foto 8: mais conciato con clothianidin

microgranulato, che veniva distribuito vicino al seme, con una vera e propria protezione composta da un film di neonicotinoidi attorno al chicco. Questi non arrecano problemi significativi di fitotossicità ed hanno un'ottima sistemicità all'interno della pianta; quindi consentono di proteggere le plantule da eventuali attacchi di fitofagi, per un periodo prolungato.

Anche se nel territorio italiano non ci sono molti suoli infestati da insetti (circa 1%) la concia con insetticidi viene ugualmente usata nonostante alla fine non risultino evidenti differenze rispetto ad un seme non trattato o trattato solo con fungicida (*Furlan et al., 2007*).

2.3.1 Cenni storici ai trattamenti insetticidi

La nicotina, sottoforma di estratti di tabacco, è stato il primo insetticida di origine vegetale.

Essa veniva utilizzata 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.

Dagli anni '50 agli anni '70 l'uso di insetticidi nel suolo per il controllo degli insetti era largamente utilizzato senza evidenti cambiamenti nella popolazione di insetti (*Peters, 1975*).

Dagli anni '70 agli anni '90 come insetticidi da usare nel suolo si utilizzavano p.a. della famiglia dei fosfororganici (*Sutter et al., 1990*)

I neonicotinoidi sono tra i più recenti insetticidi di sintesi e stanno progressivamente rimpiazzando le altre molecole, sia di origine artificiale che naturale. La concia nel mais è stata introdotta pochi decenni fa come alternativa all'uso di geodisinfestanti in presemina a pieno campo o alla semina lungo la fila. Con la venuta di prodotti di sintesi si hanno a disposizione sempre più p.a. utili per conciare le sementi, alcuni dei quali sistemici, per difendere le plantule anche dopo la germinazione. Prima dei neonicotinoidi nessun prodotto aveva pari efficacia nel proteggere le sementi. All'inizio questo prodotto era disponibile sottoforma di microgranuli, che venivano distribuiti attorno al seme durante le operazioni di semina; successivamente si trovavano in commercio sementi già conciate dal produttore, con una vera e propria pellicola stesa attorno al seme.

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 andandosi a sostituire ai carbammati, fosfororganici e piretroidi diventando il gruppo di insetticidi più diffuso negli Stati Uniti. Il successo dei neonicotinoidi si riflette già a partire dal 1990 quando il loro fatturato tocca il picco, nel mercato degli agrofarmaci, che ammontava a 7942 miliardi di euro, dominato fino ad allora da organo-fosforici(43%), piretroidi(18%) e carbammati(16%). (*Jeschke et al.,2010*)

2.3.2 Perché si concia

Lo scopo della concia è l'abbattere i principali insetti che attaccano le colture, soprattutto quelle più redditizie come il mais. La nascita di questa metodica di trattamento al seme con neonicotinoidi ha aperto nuove opportunità nella moderna difesa delle colture. (Altmann R, 1991)

I neonicotinoidi dimostrano un grado di versatilità maggiore rispetto agli altri insetticidi, permettendone un impiego come trattamenti su chioma, ai semi e al terreno. (Elbert et al., 2008; Elbert and Nauen, 2004)

Con questi metodi di applicazione, il p.a. agisce indipendentemente dal clima e può agire a stretto contatto col sito di azione. La quantità di p.a. richiesta per unità di superficie è notevolmente inferiore rispetto ad altre tecniche di somministrazione dell'insetticida. (Altmann R; 2003)

Uno studio americano condotto da Jeschke et al. sostiene che il p.a. clothianidin protegge le giovani plantule ad inizio stagione, difendendole da diversi parassiti inclusa la Diabrotica Virgifera Virgifera. (Jeschke et al., 2010).

Di seguito sono elencati i principali insetti che causano danno alle colture di mais.

Piralidi

La piralide del mais (*Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796), è un lepidottero della famiglia dei Crambidae. Considerato uno dei principali fitofagi del mais, in Italia è diffusa soprattutto nelle regioni settentrionali e centrali, dove attacca il mais, il sorgo e varie colture ortive, in particolare il peperone, ed ornamentali da fiore.

Descrizione

La Piralide è una farfalla di medie dimensioni, con 25-30 mm di apertura alare; i maschi sono più piccoli delle femmine e hanno le ali giallastre con variegature molto scure rispetto alle femmine. Le larve appaiono di dimensioni comprese tra i 20-25 mm di lunghezza, presentano una livrea di colore grigiastro e possiedono un capo e un protorace bruno scuri.



Foto 9: larva piralide dentro stocco di mais

Ciclo biologico

Le larve si nutrono delle radici e delle foglie delle piantine ancora giovani, cagionando gravi danni alle colture. Le foglie vengono bucherellate per via di profonde gallerie. L'azione delle larve sul culmo determina un indebolimento tale da causare lo spezzamento della pianticina per l'azione del vento. Sul culmo, inoltre, è facile individuare anche

dei fori di entrata ed uscita delle larve. Le larve di 2^a generazione causano danni sulle spighe e sulle cariossidi, con la conseguente diminuzione della produzione. La Piralide sverna come larva matura dentro i residui vegetativi o nei tutoli. I primi adulti compaiono in primavera e cominciano il loro ciclo che si completa con due generazioni annuali.

Lotta

La lotta contro l'*Ostrinia nubilalis* era obbligatoria, secondo il D.M. del 06/12/1950, poi abrogato dal D.M. 17 aprile 1998, che imponeva l'interramento, la distruzione o la sfibratura degli stocchi e dei tutoli prima del 15 aprile allo scopo di eliminare le larve in fase di svernamento. Gli interventi possono essere: chimici, biologici ed agronomici. Negli interventi agronomici, innanzitutto, prevedono la scelta di varietà resistenti, come gli ibridi di mais il cui DNA è geneticamente ricombinato con geni di *Bacillus thuringiensis*. Nella lotta chimica si interviene solo in caso di superamento della soglia, mediante prodotti: *Teflubenzuron*, *Bifentrin*, *Ciflutrin*, *Carbaril*, ecc. Oppure si può anche eseguire il monitoraggio, cioè l'uso di trappole a feromoni specifici o l'uso di trappole luminose. La lotta biologica prevede principalmente l'uso di preparati a base di *Bacillus thuringiensis*, ssp. *kurstaki*; oppure l'introduzione dell'Imenottero parassitoide oofago *Trichogramma maidis*

Elateridi

Descrizione

Gli adulti sono piccoli Coleotteri (circa 8-10 mm di lunghezza) di aspetto affusolato; presentano l'addome, nella parte terminale, appuntito con una livrea di colore variabile dal grigio-rossastro al brunastro scuro. Le larve sono tipicamente di colore giallo-aranciato intenso; sono lunghe circa 15-18 mm ed hanno un tegumento molto indurito. La forma è allungata cilindrica; la forma ed il colore ne giustificano il nome di "ferretti". Il danno è provocato dagli stadi larvali che rodono le radici, soprattutto delle giovani piante; in questi casi si possono verificare delle fallanze anche gravi per morte delle piantine.



Foto 10: larve di elateridi nel terreno

Ciclo biologico

Gli Elateridi sono insetti a ciclo pluriennale per cui è difficile identificare precisamente una forma svernante; tuttavia, considerando che completano il loro sviluppo in 4 o 5 anni, possiamo dire che svernano un anno come adulti e 3 o 4 anni come larve. Gli adulti compaiono, in modo molto

scalare, in primavera iniziando ad uscire dalla seconda metà di marzo fino a fine maggio-inizi giugno. Questi adulti sono quelli che hanno svernato nel terreno chiudendo il ciclo pluriennale; essi si nutrono di alcune piante spontanee contigue o in mezzo ai coltivazioni ed, alla fine della primavera si accoppiano. Le ovideposizioni avvengono nel terreno sia negli anfratti che in profondità (qualche centimetro), con preferenza dei terreni sciolti e ricchi di sostanza organica. Le ovideposizioni sono scalari e proseguono fino a metà estate. Le larve neonate si schiudono dopo circa un mese di incubazione e si nutrono dapprima, di residui vegetali in decomposizione; successivamente iniziano l'attività trofica dannosa attaccando le radici e gli organi ipogei, danneggiandoli. La dannosità delle larve del 1° anno è in funzione del momento in cui sono nate e delle condizioni ambientali; infatti in piena estate, quando il terreno diviene molto secco, le larve si interrano a profondità maggiori, allontanandosi dalla rizosfera. Anche durante i periodi invernali, per sfuggire al freddo, le larve si interrano profondamente. Pertanto la massima attività larvale si verifica nei periodi di primavera e di fine estate-autunno. Le larve del 1° anno svernano in profondità nel terreno, e riprendono l'attività nella successiva primavera. Il ciclo si ripete per 2-3 anni fino al raggiungimento della maturità che avviene al 4°-5° anno. Le larve mature si impupano nel terreno ed originano gli adulti che sverneranno ed usciranno nella primavera successiva. Il ciclo completo si compie ogni 4-5 anni.

Piante ospiti: Bietola, Mais, Colture ortive, Foraggiere ed altre.

Lotta

La lotta contro gli Elateridi è di tipo chimico e si effettua con trattamenti diretti al terreno, ma prevede anche alcune precauzioni di tipo agronomico. Nelle zone ritenute non molto infestate i trattamenti vengono effettuati solo se si supera una certa presenza di larve nel terreno; il campionamento viene effettuato a parcella, valutando l'effettiva presenza delle larve. In caso di forti presenze tali da determinare un rischio si effettueranno gli interventi. Il monitoraggio delle larve viene oggi, effettuato con appositi vasetti-trappola cilindrici, provvisti di fori ai lati e sul fondo, innescati con semi di cereali e vermiculite ben inumiditi. Il vasetto, chiuso, viene interrato in primavera; i semi dei cereali in germinazione attirano le larve che vengono censite ogni 15 gg. La soglia di intervento proposta per la pianura padano-veneta è di 15 larve/m². Nelle zone molto infestate, i trattamenti vengono eseguiti sempre. La lotta chimica diretta si effettua con geodisinfestazioni dopo aver eventualmente valutato l'effettiva presenza delle larve e la loro soglia con monitoraggi eseguiti a fine estate o in autunno dell'anno precedente.

Nottue

Descrizione

L'*Agrotis ipsilon* è una farfalla di medie dimensioni (circa 50 mm di apertura alare), con ali anteriori di colore brunoastro; la livrea è arricchita da un caratteristico disegno nerastro a forma di freccia o di Y posto sulle ali.

Le larve, che sono lunghe circa 40-50 mm, sono di colore grigiastro scuro, punteggiate di nero e con una fascia più chiara sul dorso.

Il danno è determinato dall'insetto agli stadi larvali, si manifesta con piccole erosioni delle foglie, da parte delle giovani larve e, successivamente, con danni più profondi sul colletto ed agli organi ipogei, da parte delle larve più sviluppate.



Foto 11: larve di nottue nel terreno

Ciclo biologico

L'*Agrotis ipsilon*, a differenza dell'*Agrotis segetum*, è una nottua soggetta a fasi migratorie stagionali; queste migrazioni sono

compiute dagli adulti che si spostano da zone secche ed aride a zone più umide, determinando delle concentrazioni dannose alle coltivazioni. Questa nottua sverna come larva o come crisalide.

In primavera, le larve possono avere una breve attività trofica e quindi si incrisalidano; gli adulti sfarfallano a fine marzo-inizi aprile.

In certi casi, possono arrivare gli adulti migranti dai paesi più caldi del Sud Mediterraneo. Gli adulti ovidepongono nel terreno oppure alla base delle piante ospiti; da queste uova origina la 1^a generazione larvale, attiva da fine primavera-inizio estate. Da queste larve, concluso il ciclo di sviluppo, prende origine la 2^a generazione di adulti che sfarfallano in giugno-luglio. Le larve di questa seconda generazione sono attive in piena estate. A queste due generazioni può seguire, a seconda degli ambienti e delle condizioni climatiche, una 3^a ed una 4^a generazione; inoltre alcuni adulti possono migrare in altre zone.

La *Scotia ipsilon*, pertanto, compie mediamente 2 generazioni all'anno che in determinati climi possono divenire 4.

Piante ospiti: Bietola, Mais, Colture ortive.

Lotta

La lotta contro la *Scotia segetum* è di tipo chimico e segue i criteri della lotta guidata ed integrata; gli interventi devono essere eseguiti, in modo tempestivo, sulle larvette di circa 2 cm.

La tecnica di lotta prevede il monitoraggio che può essere effettuato sia con trappole che con rilevamenti diretti (*Agraria.org, 2010*)

Diabrotica

Descrizione

Diabrotica virgifera virgifera Le Conte è un coleottero crisomelide originario degli Stati Uniti, dove è considerato il principale fitofago del mais. Nella Comunità Europea la *Diabrotica virgifera virgifera* è stata rilevata per la prima volta nel 1998, in coltivazioni di mais vicine all'aeroporto Marco Polo di Venezia. Recentemente è stata rinvenuta anche in Lombardia, nei pressi dell'aeroporto di Malpensa.

In Europa come negli Stati Uniti *D. virgifera* compie una generazione all'anno.

Ciclo biologico

Il piccolo crisomelide sverna come uovo, che comincia a schiudere da metà maggio dell'anno successivo con un picco delle nascite che viene attorno a metà giugno circa. Le larve che ne nascono sono grinzose, di colore biancastro, con capsula cefalica bruna e sei zampe poste dopo la testa. Esse si muovono nel terreno nutrendosi delle radici del mais e di diverse altre graminacee e il loro sviluppo dura circa un mese, al termine del quale possono raggiungere una lunghezza di 10-18 mm. Dopo tre stadi larvali nel terreno si forma la pupa, che di aspetto è biancastra e molliccia ma, siccome la metamorfosi avviene in 1-2 giorni, risulta poco visibile.

Gli adulti del crisomelide, lunghi circa 5-6 mm, hanno una colorazione di fondo giallo carico con elitre più corte dell'addome e tre strisce longitudinali scure. Essi sfarfallano durante tutto il periodo estivo (picco a fine luglio- inizio agosto) e si nutrono sia delle foglie che degli stocchi dell'infiorescenza femminile del mais. Dopo una settimana circa dallo sfarfallamento, gli adulti si accoppiano e iniziano l'ovodeposizione. In genere questa si ha in agosto. Una femmina depone qualche centinaio di uova nel terreno ad una profondità di circa 15 cm.



Foto 12: adulto di Diabrotica su foglia di mais

Lotta

Considerando le caratteristiche biotiche dell'insetto, è molto elevato il rischio di un suo rapido insediamento nella regione e in generale in tutto il Nord Italia e ciò, col tempo, comporterebbe modifiche nelle tecniche di coltivazione oltre che nella difesa, con forte crescita dei costi e dell'impatto ambientale.

La lotta con prodotti chimici viene effettuata mediante geodisinfestanti granulari per il controllo delle larve, da distribuire in banda o nel solco di semina; il trattamento contro gli adulti viene invece



Foto 13: danno da *Diabrotica* su campo di mais

effettuato successivamente con prodotti insetticidi da spruzzare sulla vegetazione con l'ausilio di appositi macchinari.

Poiché *Diabrotica* danneggia esclusivamente le coltivazioni di mais, il fattore chiave per prevenire o ritardare la comparsa di popolazioni elevate è l'abbandono della monosuccessione cui possono essere abbinata altre pratiche agronomiche che rendano più difficoltosa la sopravvivenza del crisomelide,

quali le lavorazioni estive del terreno e l'uso preferenziale di ibridi a radici profonde facilmente rigenerabili in caso di attacco. (www.ermesagricoltura.it; www.regione.veneto.it)

2.4 Normative sull'utilizzo dei concianti, in Italia e nel mondo

A livello italiano, 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 dell'autorizzazione alla vendita e all'impiego di sementi conciate con le sostanze attive insetticide clothianidin, thiamethoxam, imidacloprid e fipronil, in virtù di un possibile nesso di causa ed effetto tra l'utilizzo di sementi di mais, colza, girasole e barbabietola da zucchero conciate con tali principi, e la moria delle api (*gazzetta ufficiale*).

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 (*gazzetta ufficiale*).

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 principi (*gazzetta ufficiale*).

Con il Decreto dirigenziale del 14 settembre 2009, il Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali, ha prorogato fino al 20 settembre 2010, la sospensione d'impiego dei quattro principi attivi nella concia di sementi (*gazzetta ufficiale*).

Successivamente permane la decisione di mantenere questo blocco normativo attraverso il decreto del 25 giugno 2012 che proroga, fino al 31 gennaio 2013, la sospensione cautelativa dell'autorizzazione all'impiego di sementi trattate con prodotti fitosanitari, contenenti le sostanze attive clothianidin, thiamethoxam, imidacloprid e fipronil, di cui si tratta nel decreto 25 ottobre 2011. (12A07361) (*gazzetta ufficiale*).

Sulla base di questo percorso normativo si delinea in Italia un blocco pressoché ininterrotto dell'uso delle sementi conciate con i suddetti p.a., dal settembre 2008 fino al gennaio 2013.

I blocchi cautelativi similmente a quelli italiani vengono assunti anche da altri stati europei.

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 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 e sotto stretto monitoraggio scientifico.

In Germania, dopo la consistente moria registrata nella primavera 2008, in particolare nella regione sud del paese, (concomitanti con la semina 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 alcuni p.a. insetticidi (fra i quali i neonicotinoidi) per la concia di diverse sementi, in seguito ripristinando la possibilità del loro utilizzo solamente per la coltura della colza.

In Brasile l'agenzia dell'ambiente IBAMA ha annunciato la rivalutazione della pericolosità di p.a. neonicotinoidi, riconoscendone l'effetto sulle api. Visti i risultati, come mezzo di precauzione, ne hanno proibito l'uso aereo unitamente all'applicazione di alcune frasi di rischio in etichetta (www.ibama.gov).

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 (www.hc-sc.gc.ca).

Infine negli U.S.A. è stato fissato il termine entro cui riesaminare gli effetti di tutti i neonicotinoidi, decisione contemplata da un programma iniziato nel 2008 e da concludersi entro il 2012. (www.epa.gov).

2.5 la seminatrice

Le seminatrici sono macchine in grado di distribuire e posizionare il seme nel terreno, cosicché la coltura nasca e si sviluppi in maniera ottimale.

La classificazione più comune delle seminatrici tiene conto delle modalità di distribuzione del seme:

- ◆ Semina a spaglio
- ◆ Semina a righe
- ◆ Semina di precisione

Le seminatrici a spaglio sono costituite da una tramoggia, con un disco sottostante che ruota su asse verticale e, con delle palette lancia per forza centrifuga i semi, spargendoli sul terreno. Queste macchine sono molto semplici sia nella fattezze che nel funzionamento: non sotterrano il seme ma lo depositano al suolo in maniera del tutto casuale.



Foto 14: particolare disco distributore

Nelle seminatrici a righe sono presenti varie parti: la tramoggia per il seme, l'organo distributore e l'assolcatore. Nella macchina a distribuzione meccanica, la semente contenuta nella tramoggia, passa all'interno di cave poste sul rullo distributore (*foto 14*), che ruota a velocità predefinita per stabilire il volume di semi che deve cadere al suolo. Il seme passa per un tubo adduttore, che lo conduce su un piccolo solco scavato dall'assolcatore, posizionato anteriormente. Infine il solco viene chiuso, sfruttando in genere uno strigliatore, applicato posteriormente all'assolcatore.

Questa tipologia di seminatrici è caratterizzata da una scarsa regolarità nella deposizione dei semi sulla fila ed è dotata di diversi sistemi di distribuzione: sistemi meccanici o pneumatici. La prima tipologia sfrutta la forza di gravità per portare il seme a terra: dai distributori, posti sopra ogni fila, il seme passa agli assolcatori.

La distribuzione pneumatica utilizza invece un flusso d'aria per trasportare i semi, attraverso i tubi, dal distributore unico fino agli assolcatori, passando per un organo smistatore (fungo), che divide i

semi in modo casuale dirigendoli agli assolcatori. I sistemi di distribuzione sono attuati direttamente dal moto di ruote poggiate a terra, in modo tale da avere una densità di deposizione dei semi il più possibile uniforme, anche al variare della velocità di marcia.

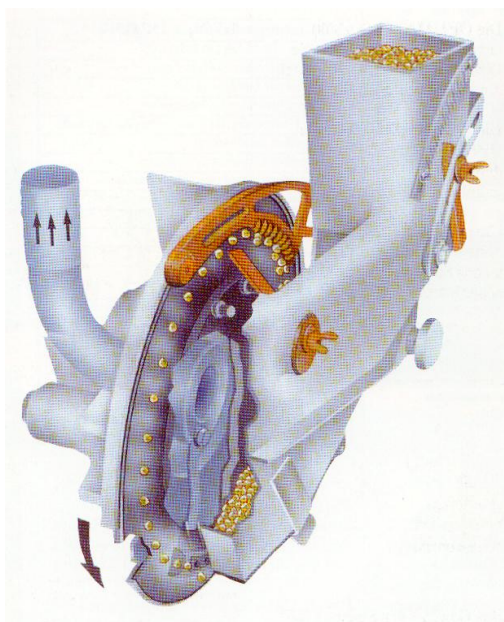


Foto 15: particolare disco distributore

Le seminatrici di precisione invece hanno capacità di controllo del singolo seme, e possono quindi realizzare qualsiasi distanziamento nella posa: sono spesso realizzate con apparati pneumatici che producono costantemente una depressione utilizzata per realizzare il prelievo del singolo seme mediante superfici metalliche rotanti (*foto 15*) muniti di fori molto più piccoli del seme tipico: la depressione è applicata su un lato della superficie, in modo tale che sull'altro lato rimangano "attaccati" (per depressione) un solo seme per ciascun foro, indipendentemente dalla forma e dimensione reali del seme stesso. In queste macchine l'apparato pneumatico è attuato dal trattore (mediante p.d.p.), mentre il

movimento meccanico dei distributori è attuato da ruote poggiate a terra, in modo da avere una distanza costante tra un seme e l'altro, anche al variare della velocità di marcia.

2.5.1 Seminatrice di precisione pneumatica

Distribuzione a depressione

La seminatrice di precisione è la macchina più utilizzata per la semina del mais, che necessita di essere deposto a singoli semi, a distanza regolare tra un chicco e l'altro sulla fila. La distribuzione dei semi è assicurata da una leggera depressione creata da un ventilatore centrifugo aspirante, connesso alla p.d.p. del trattore (*foto 16*) e che agisce sul disco distributore rotante. Durante la rotazione del disco un seme aderisce a un foro e viene trattenuto per effetto della depressione presente dal lato opposto del distributore (- 0,5 bar). Il seme passa per il selettore, il quale evita che per ogni foro siano adesi più sementi. Il chicco resta applicato fino a che non cessa l'effetto aspirante (*foto 17*), dopodichè cade a terra diretto da un tubo adduttore, posto tra l'assolcatore e il chiudi-solco. Le caratteristiche del disco dipendono dal diametro della semente e dalla densità di semina.



Foto 16: particolare ventilatore centrifugo aspirante



Foto 16: particolare disco distributore

Oltre al disco forato, per la distribuzione esiste un disco a palette, più indicato però per la semina di altre colture.

Tutto questo fa parte dell'elemento seminatore, parte fondamentale della seminatrice, ognuno del quale forma una fila di mais. Il disco selettore riceve il moto dalle ruote della seminatrice e può essere regolato manualmente per mezzo di un cambio, che permette di variare i giri dello stesso rispetto all'avanzamento della macchina, variando di conseguenza la distanza di deposizione tra un seme e l'altro.

La seminatrice inoltre, può essere dotata di tramoggia per il concime, posta anteriormente agli elementi seminatori con dei condotti che interrano il fertilizzante vicino alla fila di mais, ed altri sistemi, ad esempio un dispositivo per la distribuzione del diserbante di pre-emergenza. Quest'ultimo viene installato posteriormente all'elemento seminatore. Con queste applicazioni la seminatrice diventa una macchina a cantieri riuniti, dunque con un passaggio si svolgono più interventi.

Distribuzione a pressione

Una tipologia di seminatrice di precisione meno conosciuta utilizza la pressione per distribuire i

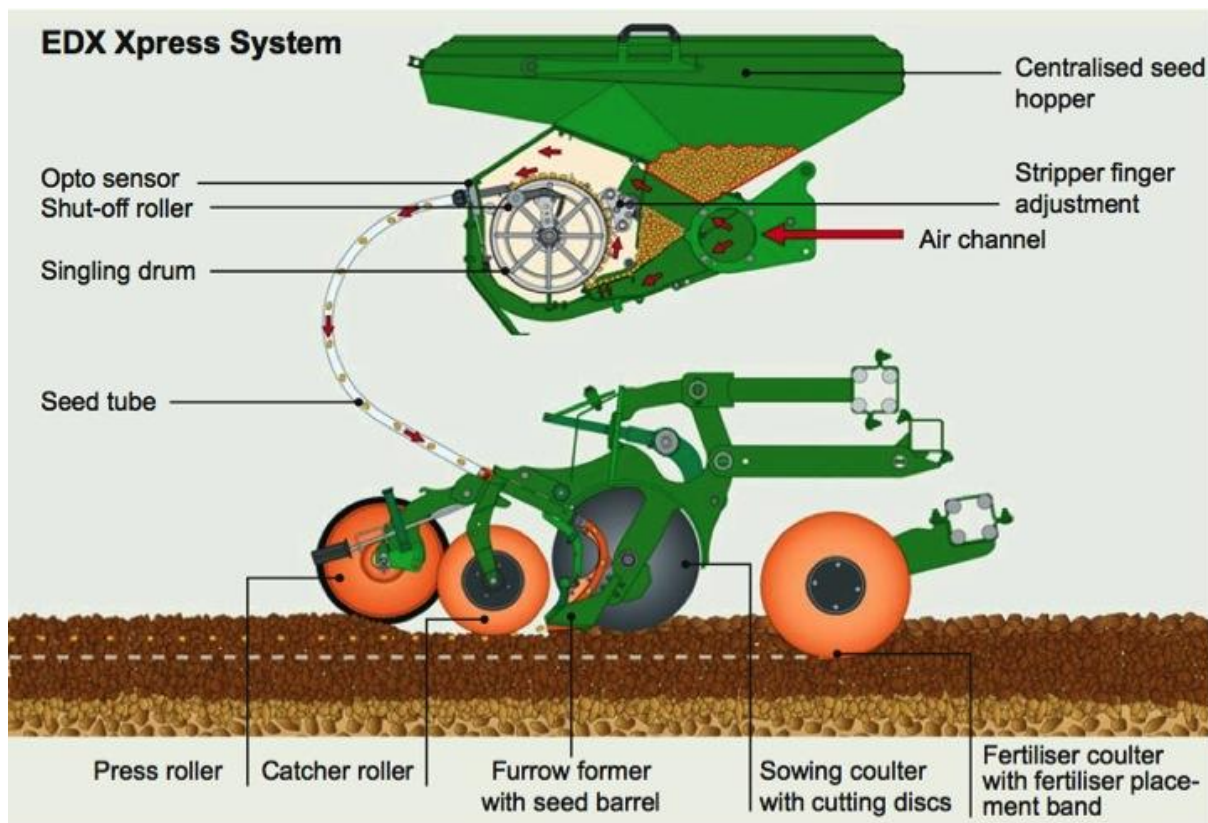


Foto 18: sezione seminatrice di precisione con distribuzione centralizzata a pressione formata da un rullo forato e percorso semente mod. EDX di AMAZONE

semi. Questa seminatrice dispone di un'unica grande tramoggia centrale per il seme e un rullo distributore cilindrico unico per tutte le file (*Amazone* modello *EDX*) (*foto18*). Gli elementi seminatori rimangono formati solamente dagli organi assolcatori e copri solco. Il seme in fondo alla tramoggia arriva in una camera a pressione, dove trova un rullo rotante dotato di file di fori (una fila per elemento): la semente viene spinta dalla pressione contro i fori del rullo, rimanendo così intrappolata.

La pressione viene creata da un ventilatore centrifugo azionato dalla p.d.p. del trattore. Il seme incollato al rullo compie circa mezzo giro, dalla parte inferiore a quella superiore, passando per un organo selettore che rimuove gli eventuali semi in eccesso e sovrapposti nel singolo foro. Quando arriva sulla parte superiore cessa la pressione perché il foro viene momentaneamente tappato nella parte interna da un piccolo rullo; i semi imboccano quindi i tubi aduttori, che li convogliano fino agli organi seminatori. I semi, spinti dalla pressione presente nel distributore, arrivano a terra a gran velocità e, per evitarne il rimbalzo, appena dopo l'uscita dal tubo aduttore è presente un rullo in gomma detto *premi seme*, che blocca il seme sulla posizione predestinata.

Il modello *Tempo* della *Vaderstad* invece mantiene il disco distributore per ogni organo assolcatore, diminuendo così il tragitto dei semi e aumentando la precisione di semina (*foto 19*).

Per questi modelli con distribuzione a pressione esistono dischi alveolari, su cui la pressione esegue anche la selezione, cioè su ogni alveolo lascia un solo seme; dischi doppi in cui un organo distributore è a servizio di due file. Nel caso della distribuzione a pressione centralizzata è invece presente un enorme disco orizzontale diviso in settori, ognuno dei quali rifornisce una fila.



Foto 19: particolare disco distributore a pressione mod. *Tempo* di VADERSTAD

2.5.2 Il seme conciato nella seminatrice

Il seme conciato rilascia in aria piccoli frammenti di concia aventi un diametro da 0.5 a 32 micrometri, tali misure di particelle dipendono da vari fattori tra cui l'anno di produzione della semente. Queste particelle vengono spinte in aria dalla ventola con una velocità media di 7.45 m/s. Tale velocità viene calcolata su due tubi con diametro 100mm; il flusso d'aria risulta dunque 423 m³/h (*Tapparo et al.,2012*).

L'origine del rilascio in atmosfera di questo pulviscolo si rintraccia nell'utilizzo della seminatrice pneumatica che, per la sua meccanica strutturale e di funzionamento, ammette un possibile sfregamento delle sementi fra loro e contro il disco selettore, permettendo così il rilascio di particelle di insetticida (se la semente è stata precedentemente concia con insetticida), a causa del vuoto d'aria che ha il compito di spostare le sementi dalla tramoggia all'ambiente esterno.

2.5.3 Formazione della nube



Foto 20: illustrazione funzionamento ventilatore centrifugo a depressione montato su Monosem 4 file

L'estensione della nube tossica attorno alla seminatrice è stata valutata all'altezza di m 0.5, 1.8 e 3.5 e con un diametro di circa 20 m con una forma ellissoidale, questo dipende comunque dalle condizioni ambientali. (Girolami et al., 2012) L'aria espulsa dal decompressore risulta più calda rispetto all'ambiente di circa 15°C , questo dato dipende dalla temperatura esterna, dalle condizioni di utilizzo e dal tempo di impiego della seminatrice. La maggior parte delle particelle di concia rimangono in sospensione a causa del flusso d'aria molto forte circa 7,45 m/s (Tapparo et al., 2012), che per questo tende a diffondersi e a salire occupando un volume in atmosfera molto grande (foto 20) . La nube viene inoltre ulteriormente espansa dai moti convettivi dell'aria creati dal passaggio del trattore che porta la seminatrice, il quale riscalda a sua volta l'aria e, con l'avanzamento, forma una vera e propria rampa di lancio per la nube creata dalla seminatrice.

Per rendere visibile la nube sono state eseguite delle prove in condizioni normali di semina, con l'eccezione che la semente è stata sostituita da talco, molto simile come granulometria alla polvere di insetticida ma molto più visibile ad occhio nudo (vedi foto allegato 1).

2.6 Caratteristiche delle particelle

Le particelle di insetticida si formano durante la semina del mais e vengono liberate in aria dalla seminatrice. Esse traggono origine dallo sfregamento dei semi e il successivo distacco di parti minuscole di pellicola, che costituisce la concia (*Nikolakis et al., 2009*).

I corpuscoli in questione presentano la stessa composizione chimica della concia con consistenza pastosa, che rimane adesa al seme, costituendo dunque una fonte di insetticida libera nell'aria.

I neonicotinoidi rappresentano la categoria di principi attivi maggiormente utilizzati nella concia, assieme agli anticrittogamici.

I frammenti di concia hanno una dimensione che varia dai 0.5 ai 30 micron, e la maggior parte di essi si dimostrano attorno ai 5 micron (*Tapparo et al., 2012*); l'elevato numero di particelle presenti all'interno della nube consente di intercettare qualsiasi insetto la attraversi, in particolar modo l'ape, essendo un insetto sufficientemente grande e che presenta delle caratteristiche particolari, naturalmente presenti per catturare i granuli di polline.

Le particelle manifestano inoltre un'alta affinità sia con l'acqua che con il materiale organico.

2.7 Scopo del lavoro

Lo scopo di questo lavoro è ricercare un metodo pratico, economico ed efficace, per abbattere le polveri di insetticida provenienti dalla concia dei semi tramite l'utilizzo della seminatrice di precisione pneumatica a depressione.

Molti sostengono la teoria che la seminatrice pneumatica rilasci in atmosfera particelle di insetticida (*Girolami et al., 2012*; *Girolami et al., 2011*; *Marzaro et al., 2011*; *Nikolakis et al., 2009*; *Tapparo et al., 2012*; *Pochi et al., 2012*).

Si è già registrato qualche tentativo di abbattimento della polvere emessa dalla seminatrice, per esempio presso il CRA-ING di Monterotondo (Roma) e in Germania sono state eseguite delle prove.

Nel mio lavoro di ricerca sono stati sviluppati sostanzialmente due prototipi per risolvere il problema delle polveri, il *dual pipe* e il *deflettore trasversale*. In seguito sono state apportate delle modifiche ai prototipi in cui, a partire dalla forma semplice, sono state aggiunte delle migliorie per cercare di migliorare il contenimento del pulviscolo. In questo modo è stata aggiunta la possibilità di nebulizzare acqua sulle due tipologie di abbattitori e inoltre nel modello *dual pipe*, è stata installata una coclea che obbliga l'aria a roteare lungo il tubo.

Per mettere a punto le due metodiche di abbattimento con relative aggiunte sono stati fatti diversi ragionamenti, disegni, piccole prove di tipo meccanico e fisico.

3 MATERIALI E METODI

3.1 Materiale utilizzato per la quantificazione della nube

Per il campionamento del pulviscolo atmosferico rilasciato dalla seminatrice sono stati eseguiti dei test presso l'azienda sperimentale dell'Università di Padova, situata a Legnaro (Padova, Italia), in un campo sperimentale largo 50 metri e lungo 70 m, di cui le coordinate: 45 ° 20'41" N 11 ° 57'16.22" E. la sperimentazione è avvenuta in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Padova.

Le prove sono durate circa 30 minuti ciascuna e sono state impiegate le seguenti tipologie di campionatori:

◆ **Campionatori di PM Zambelli con diverse teste di prelievo**

I campionatori di particolato Zambelli sono sistemi di campionamento modulari costituiti essenzialmente da una testa di prelievo del particolato (preselettore), di diverse forme e dimensioni, e da una pompa in grado di creare un flusso d'aspirazione dell'aria costante attraverso la testa di campionamento. Il materiale aerodisperso, dopo l'eventuale selezione dimensionale effettuata dal preselettore, viene raccolto su di un filtro di diverso materiale (policarbonato, estere misto di cellulosa, fibra di vetro). Nel presente lavoro si è operato per la raccolta del materiale particolato totale (PTS), quindi in assenza di preselettore dimensionale, e per il campionamento del PM₁₀ impiegando il preselettore certificato (certificazione EN 12341). Le pompe utilizzate, dotate di contatore volumetrico, hanno la capacità di mantenere flussi d'aspirazione costanti: flusso di 15-25 L/min (campionatori Zambelli ZB1-timer) per PTS, flusso di 38,3 L/min (campionatore Zambelli Explorer Plus) impiegato per il campionamento del PM₁₀.

◆ **Campionatori personali di PM**

I campionatori di particolato personali sono sistemi portatili utilizzati sovente nel campionamento del materiale aerodisperso nell'ambiente esterno o negli ambienti di lavoro. Tali strumenti sfruttano una pompa SKC in grado di mantenere un flusso costante d'aspirazione di 2,8 L/min. I campionatori sono stati impiegati per le sole misure di PTS, montando portafiltri di diverso tipo, di plastica e di metallo. I filtri utilizzati su queste pompe sono di policarbonato o di estere misto di cellulosa.

◆ **Contatore ottico di particelle (OPC) Grimm, modello 1.108**

L'OPC portatile per il monitoraggio delle polveri utilizzato durante i campionamenti, è un contatore ottico di particelle ad elevata velocità che consente inoltre la raccolta del particolato campionato su di un filtro in teflon rimovibile. Lo strumento è in grado di rilevare il numero di particelle

campionate e la loro classe dimensionale, attraverso il principio del “laser scattering”, fornendo come risultato il numero di particelle di una data classe dimensionale presenti in un certo volume d’aria. Lo strumento invia i dati elaborati ad un computer, utilizzando il software predisposto.

Durante l’esperienza, si sono posizionati un campionatore PTS e un contatore ottico di particelle sottovento a 5 metri dalla seminatrice (ferma) e un campionatore



Foto 21: rilevatori PTS e PM

PTS e un PM10 sottovento a 10 metri dalla seminatrice (foto 21). Durante il secondo esperimento si è provveduto anche alla quantificazione del particolato emesso allo scarico mediante sistema di campionamento isocinetico.

I filtri raccolti a diverse distanze dalla seminatrice sono stati estratti con 1 mL di una miscela acqua/metanolo al 50% per 45 min in bagno ad ultrasuoni e analizzati in UFLC-DAD. I filtri raccolti allo scarico sono stati pesati e successivamente estratti con 2 mL di acqua/metanolo al 50%.

3.2 Modalità di abbattimento

Per abbattere le particelle di insetticida liberate dalla seminatrice sono state eseguite varie prove.

Dopo aver definito il fenomeno della formazione della nube durante la semina del mais conciato, soprattutto in quei paesi dove le morie avevano causato maggiori perdite a livello di patrimonio apistico si è cercato di individuare delle soluzioni meccaniche da apportare alle seminatrici che potessero abbattere o per lo meno ridurre le emissioni tossiche.

Presso il CRA-ING di Monterotondo (Roma) sono state eseguite delle prove, tra cui quella di applicare un comune filtro, di aspirazione per motore a scoppio, in genere applicato sugli autoveicoli all’uscita dalla ventola della seminatrice.

Prove simili sono state condotte in Germania dove è stato applicato un deflettore posteriormente alla seminatrice per adagiare il flusso d’aria, portando la polvere a terra.

Per quanto riguarda invece le nostre prove, i nostri test hanno avuto come obiettivo l’abbattimento del particolato di neonicotinoidi attraverso due sistemi: in ordine temporale, il primo tentativo, simile a quello adottato in Germania, ha visto la realizzazione di un deflettore capace di adagiare la

polvere più vicina possibile a terra, permettendone una rapida sedimentazione al suolo. Il secondo metodo, denominato *dual pipe*, è stato pensato con lo scopo di convogliare il flusso d'aria, in uscita dalla ventola, in due tubi. Questi ultimi divergono uno da un lato e uno dall'altro della seminatrice, con la direzione del getto d'aria verso il terreno.

In sintesi queste prove volevano verificare in campo il reale comportamento della nube contenente neonicotinoidi, cercando la soluzione ottimale per raggiungere un totale abbattimento della polvere insetticida.

Successivamente ai due sistemi presi in considerazione sono stati applicati dei nebulizzatori d'acqua, che sfruttando l'idrofilicità della polvere di neonicotinoidi, fanno sì che la singola particella di insetticida venga avvolta dall'acqua. La particella risulterà dunque più appesantita, favorendone una veloce sedimentazione al suolo.

In questo esperimento è stato utilizzato del seme conciato *Cruiser*[®] che utilizza il p.a. thiamethoxam, la semente è stata prodotta nel 2011.

3.2.1 Seminatrice convenzionale

La seminatrice pneumatica con distribuzione a decompressione utilizzata per le prove è una Monosem Ribouleau NG Largeasse, France 4 file (foto 22).

Il decompressore montato su questa seminatrice ha lo scarico dell'aria a circa 45°, cioè installato in alto e nel lato destro della macchina. L'uscita è tenuta chiusa per gravità da uno sportello e quando la macchina entra in funzione la pressione dell'aria alza la lamiera, procurando la fuoriuscita di un notevole getto di aria.



Foto 22: seminatrice Monosem 4 file

Per poter comprendere i movimenti della nube e le sue caratteristiche è stato adottato un metodo tanto semplice quanto efficace. Nella tramoggia della seminatrice al posto della semente è stato caricato del talco, che viene risucchiato dal vuoto creato dal ventilatore centrifugo aspirante, ed espulso nello stesso modo delle particelle di insetticida.

Le due molecole sono molto simili in quanto a peso e dimensione del pulviscolo quindi all'interno del flusso d'aria mantengono caratteristiche identiche, le particelle dei due prodotti differiscono solamente per colore e idrofilia, l'insetticida è idrofilo, il talco meno.

La nube quindi è facilmente individuabile per la quantità considerevole di talco espulso dalla seminatrice, questo si può fare perché non risulta nocivo per gli organi della seminatrice.

Questa prova è stata eseguita con tutti i prototipi per poter capire, comprendere e valutare meglio le prove con seme conciato.

3.2.2 Dual pipe

Il sistema *dual pipe* è stato pensato con lo scopo di dividere il flusso di aria e polvere in due tubi, così da dimezzare la velocità dell'aria e dirigerla verso terra a fianco della seminatrice. Il fine principale è allontanare le polveri dalle turbolenze create dal trattore e dalla seminatrice, cosicché possano adagiarsi a terra; si voleva così verificare in campo, il reale comportamento della nube contenente neonicotinoidi, attraverso varie prove.

Il sistema *dual pipe* viene innestato sullo statore della ventola della seminatrice, il flusso viene trasportato con un tubo metallico da Ø 100mm fino alla parte anteriore della seminatrice, dove con una T viene diviso in due tubi, sempre da Ø 100mm e che arrivano ai due lati della macchina. A

questo punto la direzione del flusso viene deviata verso terra con una curva a 89°, il tubo finisce a 20 cm da terra con un'altra curva a 89° che dirige il flusso perpendicolare rispetto all'avanzamento della seminatrice e parallelo al terreno.

Il flusso d'aria in questione non riceve alcun trattamento tranne una iniziale sdoppiamento del tubo, che permette un raddoppiamento della sezione e conseguente dimezzamento della velocità, per non creare troppa turbolenza una volta all'esterno del tubo.

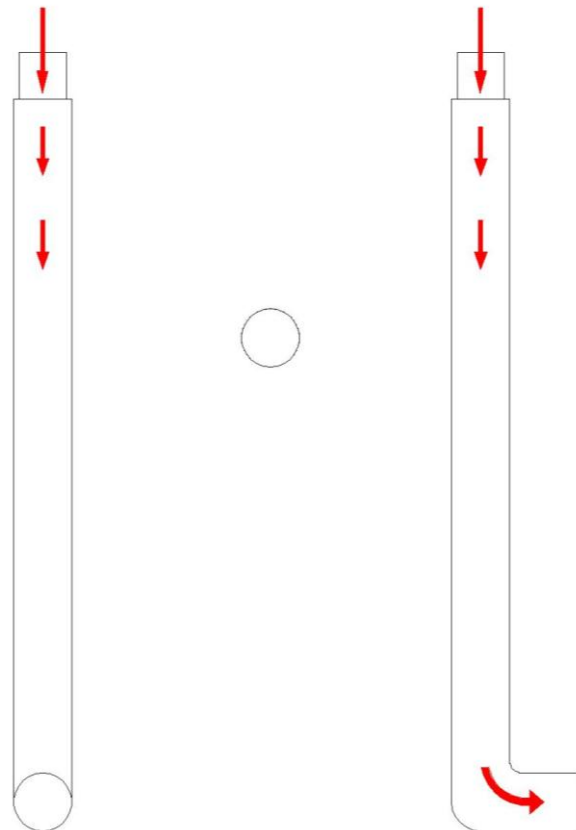


Foto 23: struttura dual pipe con frecce che dimostrano la direzione e la velocità dell'aria

3.2.3 Dual pipe con acqua

A partire dal sistema *dual pipe*, il tubo che si trova sul fianco della seminatrice è stato sostituito con un altro di diametro maggiore, per rallentare maggiormente la velocità. Vi è stata inoltre l'aggiunta di ugelli per nebulizzare l'acqua all'interno del tubo, solitamente adoperati dalle industrie per varie applicazioni: umidificazione, raffreddamento per umidificazione, limitazione degli odori, abbattimento polveri, raffreddamento localizzato, nebulizzazione pesticidi e disinfettanti.

Il sistema mira a rendere più pesante il pulviscolo, aumentando la forza di gravità che le attira verso il suolo. Per far ciò si utilizza l'acqua nebulizzata che con le sue innumerevoli goccioline iniettate nel tubo intercettano la particella di insetticida e si legano ad essa.

Il condotto situato al fianco della seminatrice è stato sostituito con una condotta rigida in PVC di Ø 125mm: sulla prima metà del tubo sono stati applicati gli ugelli con il getto diretto verso il centro del condotto. Gli ugelli sono posizionati ad una distanza tra loro di 10cm lungo l'asse del tubo e disposti a 90° rispetto al raggio asse del tubo, per coprirne tutta la sezione.

Gli spruzzatori utilizzati per la prova sono ugelli nebulizzatori con getto conico con un angolo di 80°; lavorano a basse pressioni (max 14 bar) e durante questa prova hanno operato a 6 bar (foto manometro) con una portata di 0,095 l/minuto, il che significa che con otto ugelli si ha una portata di 45,6 l/h che corrisponde a circa 19 l/ha, lavorando una media di 2,4 ha/h.

Gli ugelli vengono riforniti d'acqua tramite una pompa a motore, tubo flessibile in plastica nera anti-alga da 6mm e raccordi vari con attacchi rapidi.

L'acqua viene filtrata subito dopo la pompa con un filtro da 5" con maglie da 1 micron e filtri da 200 mesh, ubicati all'interno di ogni ugello.

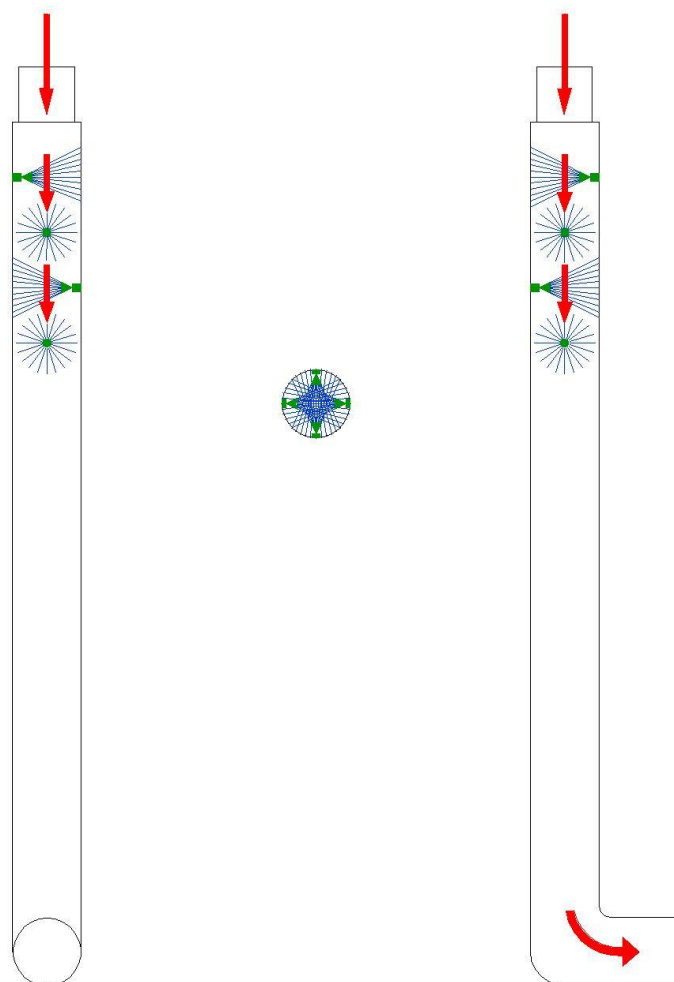
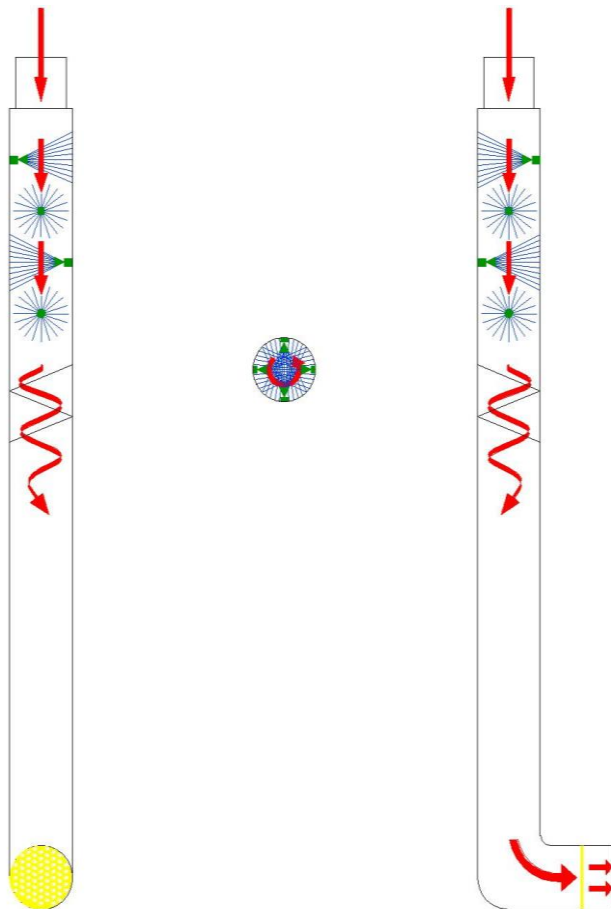


Foto 24: struttura dual pipe con ugelli (verde) e getti d'acqua nebulizzata (azzurro)

3.2.4 Dual pipe con acqua e vortice

Questa modifica è nata dalla necessità di aumentare il potere abbattente del *dual pipe con acqua*.

Per perseguire il fine primario si è pensato di aggiungere una sezione di coclea dopo gli ugelli, così da conferire al flusso d'aria un moto rotatorio. Il movimento trasmette la forza centrifuga alle particelle di insetticida, che si appesantiscono e tendono a sedimentarsi sulle pareti del tubo e cadere a terra sotto forma di condensa.



Per costruire il sistema si è partiti modificando la seconda parte del *dual pipe*, sostituendo il PVC con plexyglass trasparente per poter osservare il comportamento della polvere, e all'inizio di questo tratto è stata inserita una parte di coclea formata da uno scheletro in ferro saldato e strisce di plexyglass, fissate tra loro con termocolla. Questa coclea ha \varnothing 125mm e un passo di circa 60mm, ricoprendo circa 540° . All'interno della curva, presente all'uscita del *dual pipe*, è stata applicata una lamiera forata che ha la funzione di far condensare la polvere rimasta in sospensione e ridare forma al flusso d'aria rendendolo omogeneo e rettilineo.

Foto 25: struttura dual pipe con ugelli (verde), getti d'acqua nebulizzata (azzurro) e coclea che crea il moto vorticoso dell'aria e alla fine una griglia che rallenta e raddrizza il flusso (giallo)

3.2.5 Deflettore trasversale

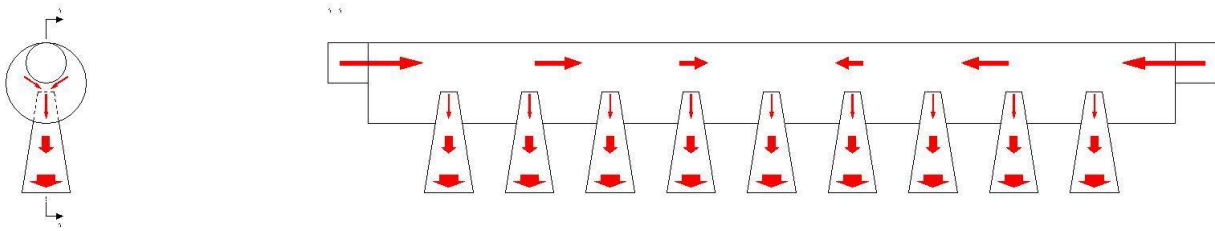


Foto 26: struttura deflettore trasversale in sezione trasversale e longitudinale, con frecce che indicano il comportamento del flusso d'aria all'interno

Il deflettore è composto principalmente da un tubo in PVC di \varnothing 200mm e lunghezza di 2m. Alle estremità vi è inserito un riduttore che porta dal diametro 200mm del deflettore al diametro 100mm del tubo trasportante il flusso d'aria. Quest'ultima funzione viene svolta da due tubi in alluminio

estensibili che portano l'aria dalla T, posta nella parte anteriore della seminatrice, alle due estremità del deflettore, posizionato dietro agli organi seminatori e collocato trasversalmente rispetto l'avanzamento del macchinario.

Sul deflettore sono montati 9 coni di metallo in posizione perpendicolare rispetto al terreno. Questi hanno lo scopo di diminuire la velocità del flusso dell'aria, in quanto, aumentando la sezione su cui scorre il flusso, se ne diminuisce la velocità.

Il cono ha \varnothing superiore di 40mm e \varnothing inferiore di 120mm con una lunghezza di 250mm, ed è inserito nel deflettore per un terzo della sua lunghezza.

La velocità del flusso misurata sui tubi adduttori è mediamente di 7,45 m/s (Tapparo et al., 2012), mentre all'uscita dai coni è di 1,15 m/s; questa espansione dei diametri permette, oltre che di diminuire la velocità in uscita, di ridurre la temperatura del flusso stesso, evitandone una risalita in atmosfera causata dal calore accumulato all'interno della macchina.

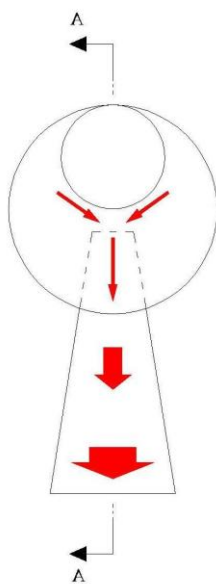


Foto 27: sezione trasversale, flusso d'aria in un cono

3.2.6 deflettore trasversale con acqua

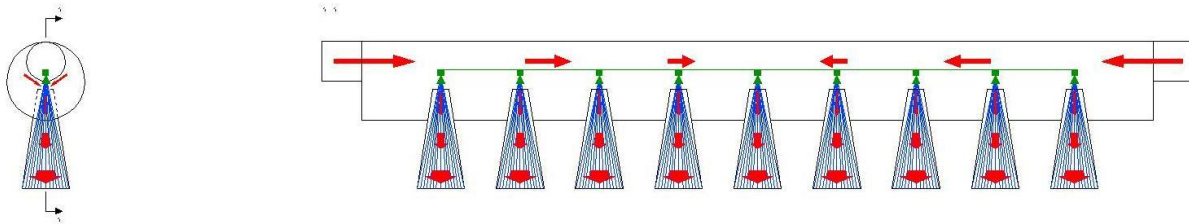


Foto 28: struttura deflettore trasversale in sezione trasversale e longitudinale, con frecce che indicano il comportamento del flusso d'aria all'interno, posizionamento ugelli (verde) e getti d'acqua nebulizzata (azzurro)

In questo prototipo, oltre alla tecnologia precedentemente descritta del *deflettore trasversale*, è stata aggiunta la nebulizzazione dell'acqua tramite ugelli a bassa pressione, similmente a quanto descritto in *dual pipe con acqua*.

Questo modello rappresenta una combinazione di due tecnologie diverse, singolarmente preposte alla stessa funzione (abbattere le particelle di insetticida), che combinate possono dar luogo ad una ancor maggiore efficienza nell'operare.

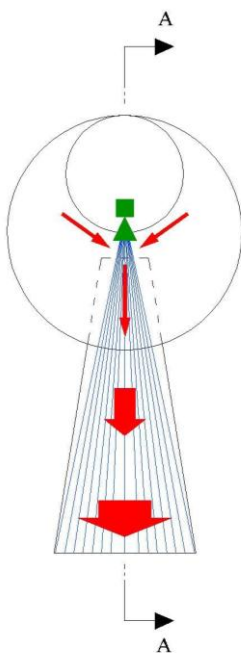


Foto 29: sezione trasversale, miscelazione flusso aria ed acqua nebulizzata.

L'impianto di nebulizzazione è composto da una pompa a motore, che invia acqua agli ugelli e che mantiene una pressione costante di 6 bar, un filtro da 5", con maglie da 1 micron, tubo nero flessibile in plastica anti-alga da 6mm, una struttura interna al deflettore che sostiene gli ugelli, dei raccordi con attacchi rapidi, 9 piccoli filtri da 200 mesh, applicati all'interno dell'ugello, ed ugelli nebulizzatori in PVC con getto conico di 80° a bassa pressione (max 14 bar). Durante questa prova gli ugelli hanno operato a 6 bar, con una portata di 0,095 l/minuto per elemento, corrispondente ad un consumo idrico di 51.3 l/h, pari a 21,3 l/ha se si considera una media di lavoro di 2,4 ha/h.

Gli ugelli sono posti sopra ad ogni cono a circa 40mm dall'apertura: così facendo l'acqua nebulizzata entra in contatto con tutto il volume d'aria che attraversa il cono.

4. RISULTATI

I risultati ottenuti dopo una serie di esperimenti di semina in campo sono di seguito esposti; rispondendo allo scopo di misurare la diffusione ambientale del particolato di concia e dell'effetto dei suoi abbattitori progettati per le seminatrici.

Durante l'esperimento è stata misurata la velocità dell'aria in uscita dal ventilatore centrifugo aspirante, registrandone una velocità media di 7,45 m/s che, moltiplicato per la sezione dei due tubi che compongono il *dual pipe* (10 cm), il volume espulso risulta essere di 423 m³/h.

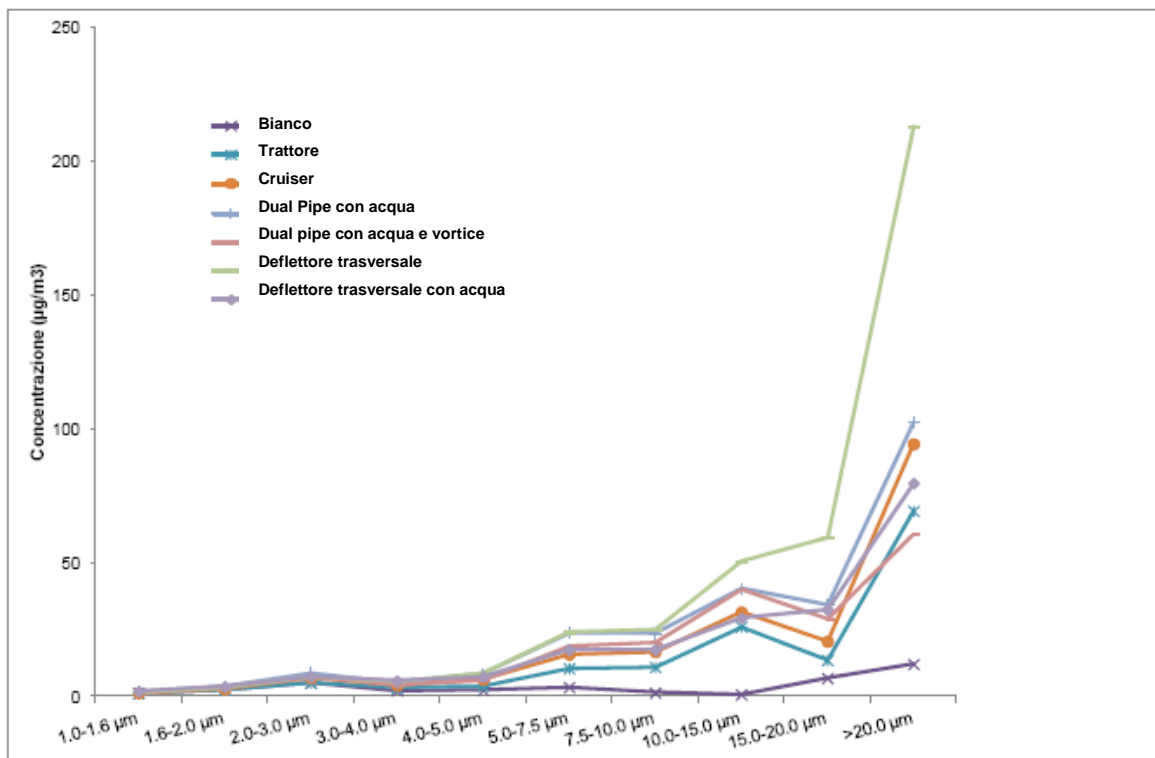


Grafico 2: Contatore ottico di particelle a 5 metri dalla seminatrice, durante i 5 esperimenti con semi di mais conciato Cruiser 2011

Il *grafico 2* indica la dimensione e la quantità delle particelle passate per il contatore ottico, posizionato a 5 m dalla seminatrice durante gli esperimenti.

I valori di “bianco” risultano essere i più bassi, perchè ricavati da una misurazione effettuata prima dell'inizio dell'esperimento, che ha come oggetto il solo pulviscolo atmosferico, che poi verrà sottratto dai valori finali.

La linea “trattore” rappresenta un test eseguito immediatamente dopo la prova “Bianco”, prima dell'inizio della vera e propria sperimentazione. In questa fase è stata utilizzata la seminatrice senza

semente conciaata, ammettendo dunque la sola misurazione di: polvere presente nell'aria, inquinamento procurato dallo scarico del trattore e polvere sollevata dal terreno durante le manovre di spostamento del macchinario.

La linea denominata "Cruiser" riporta i valori riferiti alla seminatrice di precisione pneumatica convenzionale, caricata con seme conciato con thiamethoxam. Nel grafico la linea appare significativamente in crescita a partire da valori di 5µm di diametro del particolato, osservando i diametri maggiori di 20 µm abbiamo una concentrazione di 100 ng/m³ di p.a. insetticida.

La linea che riguarda invece il *dual pipe con acqua e vortice* resta molto bassa rispetto alle altre linee riguardanti la polvere rilasciata con l'utilizzo di un prototipo. Questo si nota maggiormente quando la tendenza generale è a salire in corrispondenza dei diametri più grandi, la linea di fatti indica che, al diametro maggiore di particelle la concentrazione di thiamethoxam è di 60 ng/m³, questo è un chiaro segnale che il prototipo funziona.

Le ultime due linee che riguardano un'altra tipologia di prototipo non hanno mostrato i risultati sperati, in quanto la linea che riguarda appunto il *deflettore trasversale* è salita vertiginosamente cominciando ad aumentare la concentrazione rilevata dal diametro della polvere pari a 7,5 µm fino al diametro superiore a 20 µm arrivando ad una concentrazione di 210 ng/m³. Per quanto riguarda l'ultima linea che si riferisce al prototipo, *deflettore trasversale* con l'aggiunta di acqua nebulizzata, sono stati registrati valori di concentrazione simili agli altri modelli di prova registrando una concentrazione massima di 90 ng/m³ di p.a. al diametro superiore a 20 µm.

4.1 Emissioni di particelle di insetticida da seminatrice convenzionale

	Concentrazione PTS (mg/m ³)	Concentrazione p.a. (mg/m ³)	% p.a. nel PM in emissione
Media	29,60	3,43	11,6

Tabella 3: Concentrazione del particolato (PTS) e di thiamethoxam nell'aria in uscita dalla seminatrice caricate con semi Cruiser 2011, fattori emissivi calcolati secondo le normali condizioni di semina.

Durante la simulazione di semina con semi concitati con thiamethoxam il rilevatore di Polveri Totali Sospese ha riscontrato una media di 29,60 mg di polveri su ogni metro cubo d'aria analizzato, e la quantità di p.a. sul totale della polvere raccolta dallo strumento è del 11,6%.

Questo significa che utilizzando una seminatrice di precisione pneumatica caricata con semente concitata con neonicotinoidi si spargono in aria mediamente 3,43 mg di insetticida su ogni metro cubo d'aria presente nelle vicinanze del campo in cui sta avvenendo la semina.

4.2 Emissioni di particelle di insetticida da dual pipe

Le emissioni di particelle di insetticida da *dual pipe* sono state rilevate attraverso due modalità diverse. La *tabella 4*, presentata di seguito, è comparabile ai valori delle emissioni relative alla seminatrice convenzionale (*tabella 3*). La *tabella 5* riporta dei valori espressi in microgrammi su metro cubo.

	Concentrazione p.a. (mg/m ³)	Fattore emissivo (g/h)	Fattore emissivo (g/ha)	% p.a. disperso
Cruiser 2011 (0.6 mg/seme)	3,43	1,4	0,8	2,6

Tabella 4: Fattori emissivi di PTS (polveri totali sospese) e thiamethoxam

Con l'applicazione sulla seminatrice del sistema *dual pipe* la percentuale di p.a. disperso nell'aria è diminuito di 9 punti percentuali, ossia rilasciando solo il 2,6% di insetticida. In una dose di semente concitata da 25.000 semi vi sono circa 15 g di p.a. e il 2,6% di p.a, corrispondente a 0,4 g per ogni dose di semente, viene totalmente sprecato, perché disperso in aria.

Nella *tabella 5* sono riportati i valori di thiamethoxam rilevati dai campionatori in concentrazioni di µg/m³ e riguardanti la prova con il prototipo *dual pipe*. Il rilevatore di PTS collocato alla distanza di 5m dalla seminatrice, riporta un valore di 413 ng/m³ di p.a. sull'aria. Il valore presentato dal secondo rilevatore, posizionato a 10 m di distanza, è sceso di 8 volte rispetto al dato precedente, portandosi sui 53 ng/m³. Infine il rilevatore PM10 presente a 10 m di distanza dalla seminatrice individua 33ng/m³ di p.a.

Dual pipe	PTS-5m	0,413
Dual pipe	PTS-10m	0,053
Dual pipe	PM10-10m	0,033

Tabella 5: Concentrazione rilevata in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del particolato PTS e PM10 di thiamethoxam nell'aria vicino alla seminatrice caricata con semi Cruiser 2011.

4.3 Emissioni di particelle di insetticida da dual pipe con acqua

Con l'utilizzo del prototipo *dual pipe* e l'aggiunta di ugelli nebulizzatori, la massa di polvere insetticida emessa dalla seminatrice risulta essere più importante rispetto alla prova precedente, come dimostrano i dati sotto riportati. In questo caso è stato rilevato un ammontare di $563 \text{ ng}/\text{m}^3$ a 5m di distanza dal macchinario con apparecchiatura per rilevazione PTS. Al doppio della distanza un rilevatore analogo registra $88 \text{ ng}/\text{m}^3$ di p.a. Nel caso dell'apparecchiatura PM10, sempre posta a 10 m dalla seminatrice, risultano $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ di insetticida.

Dual pipe con acqua	PTS-5m	0,563
Dual pipe con acqua	PTS-10m	0,088
Dual pipe con acqua	PM10-10m	0,020

Tabella 6: Concentrazione rilevata in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del particolato PTS e PM10 di thiamethoxam nell'aria vicino alla seminatrice caricata con semi Cruiser 2011.

4.4 Emissioni di particelle di insetticida da dual pipe con acqua e vortice

La *tabella 7* descrive le concentrazioni rilevate in seguito alla prova con il prototipo *dual pipe con acqua e vortice*. Il rilevatore di PTS posizionato a 5 m dall'uscita dell'aria della seminatrice, evidenzia una quantità pari a 180 ng di p.a. thiamethoxam per ogni metro cubo di aria saggiato dallo strumento. Il rilevatore PTS e il rilevatore PM10, posizionati entrambi a 10 m di distanza dalla seminatrice, non hanno rilevato tracce di insetticida nell'aria analizzata. Il sistema *dual pipe con acqua e vortice* si è rivelato il più efficiente dal punto di vista dell'abbattimento (*Vedi foto in allegato 2*).

Dual pipe con acqua e vortice	PTS-5m	0,180
Dual pipe con acqua e vortice	PTS-10m	0,000
Dual pipe con acqua e vortice	PM10-10m	0,000

Tabella 7: Concentrazione rilevata in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del particolato PTS e PM10 di thiamethoxam nell'aria vicino alla seminatrice caricata con semi Cruiser 2011.

4.5 Emissioni di particelle di insetticida da deflettore trasversale

Il prototipo in questione non risulta totalmente efficace in quanto a 5 m dalla seminatrice è stato rilevato un quantitativo di insetticida importante, 1.189 ng/m^3 mentre a 10 m se ne registra un valore di 330 ng/m^3 ; sempre alla stessa distanza il rilevatore di PM10 ha catturato 241 ng/m^3 di thiamethoxam.

Deflettore trasversale	PTS-5m	1,189
Deflettore trasversale	PTS-10m	0,330
Deflettore trasversale	PM10-10m	0,241

Tabella 8: Concentrazione rilevata in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del particolato PTS e PM10 di thiamethoxam nell'aria vicino alla seminatrice caricata con semi Cruiser 2011.

4.6 Emissioni di particelle di insetticida da deflettore trasversale con acqua

In questa prova i risultati possono apparire anomali, ma in realtà sono attendibili. Per la conformazione della nube uscita dal prototipo, a 5m dalla seminatrice si sono raccolti 1.968 ng/m³ di insetticida puro, a 10m 530 ng/m³ e con il rilevatore PM10 ne sono stati raccolti 193 ng/m³ (*vedi foto allegato 3*)

Deflettore trasversale con acqua	PTS-5m	1,968
Deflettore trasversale con acqua	PTS-10m	0,530
Deflettore trasversale con acqua	PM10-10m	0,193

Tabella 9: Concentrazione rilevata in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del particolato PTS e PM10 di thiamethoxam nell'aria vicino alla seminatrice caricata con semi Cruiser 2011.

5 DISCUSSIONI

Dai risultati dei vari esperimenti è emerso che le particelle di insetticida, presenti nell'aria durante la semina del mais conciato con Cruiser[®], sono in numero elevatissimo. Tanto che se un insetto, per esempio un ape, transitasse sull'appezzamento dove si sta seminando, difficilmente rimane illesa. (Girolami et al., 2012)

5.1 Emissioni di particelle di insetticida da seminatrice convenzionale

I valori della prima prova si riferiscono alla polvere di insetticida che esce dalla seminatrice durante la normale semina del mais, nel caso in cui vengano depositi semi concciati con neonicotinoidi in questo caso specifico con thiamethoxam.

Questi dati fungono da base per valutare l'efficienza di metodologie varie messe a punto per la riduzione del particolato in questione.

La concentrazione ritrovata durante il primo esperimento è pari a 3,43 mg/m³ di p.a. su ogni metro cubo di aria analizzata a 5 metri dalla seminatrice. (*vedi tabella 3*)

I dati relativi a questo esperimento potrebbero essere sottodimensionati per l'azione della ventola della seminatrice che spinge le particelle di insetticida verso l'alto le quali possono raggiungere altezze considerevoli, quindi sfuggono alla rilevazione.

Un ulteriore causa del valore registrato è da ricercarsi nel calore del flusso d'aria in uscita dal ventilatore e dalle turbolenze create dal macchinario durante l'avanzamento.

La nube formata da talco esce dalla seminatrice prendendo varie forme in base alla velocità del vento, al calore accumulato dall'aria durante il tragitto nelle tubazioni della seminatrice, e in base al calore dell'aria esterna, che viene a contatto con il trattore, la quale si riscalda ulteriormente.

Ciò ha permesso anche di capire e spiegare i risultati delle analisi del dimensionamento e della quantificazione del particolato, svolte dal Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Padova, in quanto a prima vista sembrano non essere compatibili con le performance del prototipo utilizzato.

5.2 Emissioni di particelle di insetticida da dual pipe

La spiegazione per quanto riguarda l'emissione di pulviscolo da *dual pipe*, si riconduce al movimento delle particelle verso l'alto tramite l'alta temperatura dell'aria che trasporta le particelle. Quest'ultime raggiungono facilmente l'altezza di 4-5 m (Maistrello S., 2012), non permettendo così allo strumento di rilevarle in toto, in quanto lo strumento stesso viene posto ad 1m dal suolo. Inoltre solamente le particelle di diametro superiore a 15 micrometri riescono a tornare verso terra, entro 5m di raggio dalla seminatrice per il rilevamento (*vedi grafico 2*).

Da questo esperimento, eseguito con l'abbattitore di polveri *dual pipe*, si evince che la emissione di particelle di insetticida è leggermente diminuita ma non in modo sufficiente per consentire alle api di sopravvivere attraversando l'area in semina. La presenza di particolato è pari a $0,413 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di aria rilevata a 5 metri dalla macchina (*vedi tabella 5*).

Risulta perciò necessario diminuire ulteriormente la quantità di insetticida emesso dal prototipo.

5.3 Emissioni di particelle di insetticida da dual pipe con acqua

L'abbattitore denominato *Dual pipe*, è stato modificato apportando un sistema di abbattimento polveri usato nell'ambito industriale, il quale costituito da ugelli per la nebulizzazione dell'acqua. Gli spruzzatori immettendo acqua nel flusso, appesantiscono le molecole e inoltre riducono la temperatura del flusso.

Queste ipotesi sono sorte di conseguenza al confronto dei dati, in quanto la concentrazione di insetticida risulta, se pur di poco, superiore alla seminatrice convenzionale (*vedi grafico 2*).

La concentrazione di polvere sprigionata con l'utilizzo del prototipo *dual pipe con* l'aggiunta di *acqua* nebulizzata, è alta per il motivo che, l'acqua svolge la propria funzione di raffreddamento del flusso d'aria e di condensazione delle particelle, così facendo tendono a depositarsi a terra. Questo sistema dunque, non risulta sufficiente per abbattere il particolato perché comunque riceve una spinta dal flusso d'aria che ne porta una buona parte a cinque metri e più, venendo rilevato. Inoltre il pulviscolo rimane ad un'altezza di circa 1 metro perché è freddo, così ne risulta una nuvola che si espande in orizzontale a macchia d'olio, venendo saggiata dal rilevatore molto concentrata.

I valori appaiono anomali ma sono invece corretti. Il motivo si rintraccia nelle caratteristiche proprie della nube espulsa dalla seminatrice, che si presenta fredda e costituita da particelle pesanti perché legate all'acqua. L'aerosol che si forma resta di conseguenza più vicino al suolo e, trasportato dall'aria, giunge molto concentrato al rilevatore (*vedi tabella 6*).

5.4 Emissioni di particelle di insetticida da dual pipe con acqua e vortice

Nel terzo esperimento si è aggiunto agli ugelli nebulizzatori una coclea che ha la funzione di instaurare un vortice all'interno del tubo, facendo così aderire alle pareti le particelle di insetticida aggregato all'acqua. I dati dimostrano che questa metodologia risulta la più efficace tra quelle saggiate nella sperimentazione, riducendo di molto la nube contenente insetticida.

L'esito della prova effettuata con quest'ultima modifica, risulta soddisfacente in quanto, esaminata l'aria adiacente al macchinario è emerso che l'abbattimento delle particelle è quasi totale (*vedi tabella 7*).

Questo accade perché il flusso d'aria, in uscita dal ventilatore centrifugo aspirante, viene raffreddato dall'acqua, e le particelle presenti nel condotto, legandosi all'acqua risultano appesantite e il flusso riceve un moto circolatorio tramite una coclea installata dopo gli ugelli nebulizzatori. Il vortice che si forma di conseguenza, sfrutta la forza centrifuga, per far aderire alle pareti del tubo il pulviscolo presente nel flusso. All'estremità inferiore del condotto esce aria praticamente depurata, innocua per gli insetti in volo, assieme a condensato carico di insetticida, che gocciola a terra (*foto 30*).



Foto 30: Gocciolatura particolato in uscita da dual pipe con acqua e vortice

5.5 Emissioni di particelle di insetticida da deflettore trasversale

Con l'utilizzo del *deflettore trasversale* i risultati appaiono deludenti anche dopo comparazione con il *dual pipe*. Il risultato evidenzia un livello di insetticida decisamente superiore rispetto agli altri test (*vedi grafico 2*). Tale dato può essere motivato dal fatto che la nube acquista caratteristiche diverse, a seconda del tipo di abbattitore installato. In questo esperimento l'aria espulsa ha molta meno velocità in uscita, e rimane vicino al suolo, ma essendo asciutta non sedimenta velocemente e così ne risulta un valore totalmente estraneo ad ogni aspettativa.

Questo prototipo è di concezione totalmente diversa, progettato per adagiare al suolo, il flusso d'aria che trasporta il materiale insetticida. Questo metodo di abbattimento, non riesce a raffreddare la massa d'aria contenente il particolato, per cui la polvere non sedimenta in tempi rapidi e viene captata in gran numero dal campionatore (*vedi tabella 8*).

Il dato però, potrebbe essere stato ancor più accentuato, dai cambiamenti della direzione e velocità del vento, nel momento della prova in questione, sfasando i risultati.

5.6 Emissioni di particelle di insetticida da deflettore trasversale con acqua

Il risultato del test effettuato utilizzando il *deflettore trasversale* con l'aggiunta di ugelli nebulizzatori, non restituisce il valore atteso come del resto anche altri prototipi, ad eccezione del *dual pipe con acqua e vortice*.

Tale modello di prova riesce a raffreddare la massa d'aria ed appesantire il pulviscolo formato da insetticida ed acqua, non riuscendo però ad abatterlo in modo soddisfacente.

L'aggiunta di acqua in questo modello ha riportato i valori di concentrazione appena inferiori rispetto la seminatrice convenzionale ma con valori nettamente superiori al *dual pipe con acqua e vortice* (*vedi grafico 2*). Questo è dovuto all'azione dell'acqua nebulizzata in grado di raffreddare l'aria che transita sul cono e legarsi alle particelle, rendendole pesanti. Di conseguenza il particolato rimane molto basso e concentrato, tanto da permanere a lungo vicino alla seminatrice come riportato dai dati in *tabella 9*.

6 CONCLUSIONI

Questo lavoro di ricerca, è stato affrontato per cercare di ridurre la moria delle api, concentrandosi sulla possibile causa legata allo spargimento di insetticida neonicotinoide, durante la semina del mais conciato, tramite l'utilizzo di seminatrici di precisione pneumatiche a depressione.

Il problema dell'impolveramento delle api coincide con certe caratteristiche del territorio, che deve presentarsi molto frammentato e con molte colture diverse confinanti tra loro, come ad esempio le coltivazioni di mais e frutticole, le quali abbisognano di api per l'impollinazione.

Ad oggi Italia e Germania non permettono l'uso dei concianti sui semi di mais. La Slovenia dopo abolizione e riammissione dei concianti, con conseguente disastro del patrimonio apistico, ne ha definitivamente abolito l'uso per volere popolare.

In Francia la situazione è diversa in quanto gli effetti dei concianti durante la semina del mais sono trascurabili poichè nel sud del paese è praticata la monocoltura di mais, quindi le api non hanno motivo di bottinare, escludendo così le catastrofiche perdite di colonie (Meissle et al., 2009; Maxim and van der Sluijs, 2010). In questo paese è ammesso comunque solamente il thiamethoxam, meno efficace delle altre molecole della stessa famiglia (Meissle et al., 2009).

Ora una soluzione valida già adottata in agricoltura è l'utilizzo dei neonicotinoidi in forma granulata, i quali vengono distribuiti tramite un apparato applicato alla seminatrice di precisione utilizzato per la distribuzione dei geodisinfestanti. Il pregio di questo sistema è dato dal fatto che i granuli non entrano in contatto con la depressione della seminatrice perciò non viene liberato in aria insetticida. Il difetto invece consiste nel impiegare maggiore quantità di p.a. (77g/ha) per essere efficaci; nella concia invece il quantitativo di p.a. è minore (45g/ha) ma con una concentrazione tra il 20 e il 40%.

Dai dati ottenuti, applicando alla seminatrice i 5 prototipi studiati, soltanto uno, *dual pipe con acqua e vortice*, ha dato i risultati migliori, in termini di abbattimento del particolato in uscita; tanto che meriterebbe ulteriori studi, prove ed eventuali messe a punto, con il fine di renderlo ancora più efficiente. Ma in questo caso sorge un altro problema da affrontare: chi tra gli agricoltori o contoterzisti è disposto a montare sulla propria seminatrice un dispositivo oneroso, soprattutto per quanto riguarda pulizia, manutenzione, peso, spazio e rifornimento idrico costante?

Per quanto riguarda i prototipi: *dual pipe*, *dual pipe con acqua*, *deflettore trasversale* e *deflettore trasversale con acqua*, dai dati ottenuti non si sono dimostrati efficaci ma si sono comunque rivelati molto utili per capire meglio l'evoluzione della nube e con esperimenti preliminari riuscire a sviluppare un prototipo, come il *dual pipe con acqua e vortice*, che raccoglie in se tutte le caratteristiche migliori estratte dagli altri prototipi.

7 BIBLIOGRAFIA

Allen M. F., Ball B.V.; 1996; *The incidence and world distribution of honey bee viruses*. Bee World ; 77: 141-162.

Altmann R.; 1991; Gaucho[®]-ein neues Insektizid zur Bekämpfung von Rübenschädlingen; Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer (German ed.); 44, 159-174.

Altmann R.; 2003; *Poncho: a new insecticidal seed treatment for the control of major maize pests in Europe*; Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer (Engl ed.); 56, 102-110.

Anderson D. L., Trueman J. W. H.; 2000; *Varroa jacobsoni (Acari: Varroidae) is more than one species*; Exp. Appl. Acarol 24, 165-189.

Bailey L.; 1958; *The epidemiology of the infestation of the honey bee, Apis mellifera L, by the mite Acarapis woodi Rennie and the mortality of infested bees*; Parasitology; 48, 493-506.

Baraldi G., De Zanche P.; 1970; *Le macchine per la semina*; Ente Utenti Motori Agricoli; Arti Tipolitografiche Tivoli; pp7-36.

Barthelemy P., Boisgontier D., Lajoux P.; 1989; *Choisir les Outils de Semis*; ITCF pp 64-68

Bodria L., Pellizzi G., Piccarolo P.; 2006; *Meccanica Agraria; volume I, il Trattore e le Macchine Operatrici*; Edagricole pp 113-121.

Bortolotti L., Porrini C. e Sbrenna G., 2002; *Effetti dell'imidacloprid nei confronti di Bombus terrestris (L.) Prove di laboratorio*; Informatore Fitopatologico (3) 66-71.

Carreck N. L., Williams I. H., Little D. J.; 1997; *The movement of honey bee colonies for crop pollination and honey production by beekeepers in Great Britain*; Bee World; 78: 67-77.

Crane E.; 1975; *Honey: A Comprehensive Survey*; Morrison and Gibb Ltd; London.

De La Rua P., Jaffè R., Dall'Olio R., Muñoz I., Serrano J.; 2009; *Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees*; *Apidologie*; 40, 263-284.

Elbert A., Haas M., Springer B., Thielert W., Nauen R.; 2008; *Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection*; *Pest Manag. Sci.*;64, 1099-1105.

Elbert A., Nauer R.; 2004; *New applications for neonicotinoid insecticides using imidacloprid as an example*; In *Insect Pest Management Field and Protection Crops*; Horowitz A. R, Ishaaya I, Eds; Springer: Berlin, Germany; pp 29-44.

Ellis J.D., Munn P.A.; 2005; *The world wide health status of honey bees*. *Bee World*; 86: 88-101.

Fries I.; 2009; *Nosema carnae in European honey bees (Apis mellifera)*. *Journal of Invertebrate Pathology* (in press); DOI: 10.1016/j.jip.2009.06.017.

Furlan L., Canzi S., Toffoletto R. e Di Bernardo A., 2007; *Effetti sul mais della concia insetticida del seme*; *L'Informatore Agrario* (5) 92-96.

Gallai N., Salles J. M., Settele J., Vaissière B. E.; 2009; *Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline*; *Ecol. Econ*; 68: 810-821.

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana; 2009, *Fissazione del limite temporale relativo alla sospensione cautelativa dell'autorizzazione di impiego per la concia di sementi dei prodotti fitosanitari contenenti le sostanze attive clothianidin, thiamethoxam, imidacloprid e fipronil, ai sensi dell'art. 13, comma 1, del Decreto del Presidente della Repubblica 23 aprile 2001, n° 290 di cui al Decreto Dirigenziale del 17 settembre 2008*; Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali; 31, 9-10.

gazzetta ufficiale, Serie Generale, n. 151 del 30 giugno 2012.

Girolami V., Marzaro M., Vivan L., Mazzon L., Giorio C., Marton D., Tapparo A.; 2012; *Aerial powdering of bees inside mobile cages and the extent of neonicotinoid cloud surrounding corn drillers*; Journal of applied Entomology; doi: 10.1111/j.1439-0418.2012.01718.x.

Girolami V., Marzaro M., Vivan L., Mazzon L., Greatti M., Giorio C., Marton D., & Tapparo A.; 2011; *Fatal powdering of bees in flight with particulates of neonicotinoids seed coating and humidity implication*; Journal of applied Entomology; doi: 10.1111/j.1439-0418.2011.01648.x.

Girolami V., Mazzon L., Squartini A., Mori N., Marzaro M., Di Bernardo A., Greatti M., Giorio C. e Tapparo A., 2009; *Traslocation of neonicotinoid insecticides from coated seeds to seedling guttations: a novel way of intoxication for bees*; Journal of Economic Entomology Ecotoxicology, 102(5), 1808-1815.

Govan V. A., Brozel V., Allsopp M. H., Davison S.; 1998; *A PCR method for rapid identification of Melissococcus pluton in honeybee larvae*. Applied and Environmental Microbiology 64:1983–1985.

<http://www.agraria.org/Atlante di Entomologia Agraria>; Ultimo accesso 25/06/2012.

http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration_review/highlights.htm; Ultimo accesso 08/08/2012.

<http://www.ermesagricoltura.it/Servizio-fitosanitario/Avversita-delle-piante>; Ultimo accesso 20/08/2012.

<http://www.faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573>; Ultimo accesso 19/07/2012.

<http://www.gazzettaufficiale.it>; Ultimo accesso 12/09/2012.

http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_decisions/rev2012-02/index-eng.php. Ultimo accesso 10/08/2012.

<http://www.ibama.gov.br/publicadas/processo-de-reavaliacao-de-agrotoxicos-e-iniciado-no-ibama>. Ultimo accesso 10/08/2012.

<http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/318B0FFE-6E52-45C1-8322-DFB757>. Ultimo accesso 21/08/2012.

Illies I., Mühlen W., Dûcher G. e Sachser N.; 2002; *The influence of different bee traps on undertaking behaviour of the honey bee and development of a new trap*; *Apidologie*, 33, 315-326.

Jeschke P., Nauen R., Schindler M., Elbert A.; 2010; *Overview of the Status and Global Strategy for Neonicotinoids*; *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 59, 2897-2908.

Kevan, P.G.; 1990a; *Crop pollination at the cross-roads*; *Can. Fruitgrower*; 46 (3), 2–4 and 18.

Kevan, P.G.; 1990b; *Beekeeping and pollination at the cross-roads III. Alternative pollinators*; *Can. Beekeeping*; 16 (1), 8–11.

Klein A. M., Vaissière B. E., Cane J. H., Steffan-Dewenter I., Cunnigham S. A., Kremen C., Tschamtké T.; 2007; *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops*; *Proc. R. Soc*; 274(2): 303–313.

Maistrello S.; 2012; *Altezza e caratteristiche del volo delle api in relazione alla possibilità di incontrare le seminatrici in azione*; Tesi di Laurea.

Maori E., Lavi S., Mozes-Koch R., Gantman Y., Peretz Y., Edelbaum O., Tanne E., Sela I.; 2007; *Isolation and characterization of Israely acute paralysis virus, a dicistrovirus affecting honey bees in Israel: evidence for diversity due to intra -and inter- species recombination*; *Journal of General Virology*; 88: 3428-3438.

Marzaro M., Vivan L., Targa A., Mazzon L., Mori N., Greatti M., Petrucco Toffolo E., Di Bernardo A., Giorio C., Marton C., Tapparò A., Girolami V.; 2011; *Lethal aerial powdering of honey bees with neonicotinoids from fragments of maize seed coat*; *Bulletin of Insectology* 64: 119-126.

Maxim L., van der Sluijs J. P., 2010. *Expert explanations of honeybee losses in areas of extensive agriculture in France: Gaucho_ compared with other supposed causal factors.* Environ. Res. Lett. 5, 014006. [http:// dx.doi.org/10.1088/1748-9326/5/1/014006](http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/5/1/014006).

Meissle M., Mouron P., Musa T., Bigler F., Pons X., Vasileiadis V. P., Otto S., Antichi D., Kiss J., Pàlinkàs Z., Corner Z., Van der Weide R., Groten J., Czembor E., Adamczyk J., Thibord J. B., Melander B., Cordsen Nielsen G., Poulsen R. T., Zimmermann O., Vershwele A. & Oldenburg E.; 2009; *Pests, pesticide use and alternative options in european maize production: current status and future prospects*; Journal of applied entomology 134: 357-375.

Mogliotti P.; 2008; *Mortalità di api in regione Piemonte*; L'Apicoltore italiano; 1(7): 9-13.

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.

Morse R. A., Flottum K.; 1997; *Honey Bee Pests, predators, and Diseases*; A.I. Root Company, Medina, Ohio, USA.

Mutinelli F., 2008; *Fattori che possono causare fenomeni di spopolamento. Situazione nel mondo e in Italia*; *Sindrome dello spopolamento degli alveari*; 24-31; Roma; APAT, 29 gennaio 2008.

Mutinelli F., Costa C., Lodesani M., Baggio A., Medrzycki P., Formato G., Porrini C.; 2010; *Honey bee colony losses in Italy*; Journal of Apicultural Research; 49(1): 119-120.

Mutinelli F., Sabatini A. G., Astuti M., Porrini C.; 2009; *Neonicotinoids precautionary ban in Italy*; American Bee Journal; 149(3): 269-270.

Neuman P., Carreck N. L.; 2010; *Honey bee colony losses.* Journal of Apicultural Research; 49(1): 1-6.

Nikolakis A., Chapple A., Friessleben R., Neumann P., Schad T., Schmuck R., Schnier H. F., Schnorbach H. J., Schöning 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: 132-147.

Paxton R., Klee J., Korpela S., Fries I.; 2007; *Nosema carnea* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*; *Apidologie* 38, 558-565.

Peters D. C., 1975, *The Value of Soil Insect Control in Iowa Corn, 1951-70*; *Journal of Economic Entomology*; 68 (4) 483-486.

Pioneer Hi-Bred Italia; 2012; Prodotti; www.agronomico.com/prodotti/. Ultimo accesso 28/06/2012.

Pochi D., Biocca M., Fanigiulo R., Pulcini P., Conte E.; 2012; *Potential Exposure of Bees, Apis mellifera L., to Particulate Matter and Pesticides Derived from Seed Dressing During Maize Sowing*; *Bull Environ Contam Toxicol*; DOI 10.1007/s00128-012-0664-1.

Porrini C., Sabatini A. G., Mutinelli F., Astuti M., Lavazza A., Piro R., Tesoriero D., Medrzycki P., Sgolastra F., Bortolotti L.; 2009; *Le segnalazioni degli spopolamenti e delle mortalità degli alveari in Italia: resoconto 2008*; *Lapis XVII* (1): 15-19.

Potts S. G., Biesmeijer J. C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O. e Kunin W. E.; 2010; *Global pollinator declines: trends, impacts and drivers*; *Trends in Ecology and Evolution*; 25 (6) 345-353.

Rennie J., White P. B., Harvey E. J.; 1921; *Isle of Wight Disease in hive bees*; *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 52, 737-779.

Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B.; 2010; *Biology and control of Varroa destructor*; *Journal of Invertebrate Pathology* 103, S96-S119.

Sutter G. R., Fisher J. R., Elliot N. C. e Branson T. F., 1990; *Effect of Insecticide Treatments on Root Lodging and Yields of Maize in Controlled Infestations of Western Corn Rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae)*; *Journal of Economic Entomology*; 83 (6) 2414-2420.

Tan J., Galligan J.J. e Hollingworth R. M., 2007. *Agonist action of neonicotinoids on nicotinic acetylcholine receptors expressed by cockroach neurons*; *Neuro Toxicology* (28), 829-842.

Tapparo A., Giorio C., Soldà L.; 2012; *esperimento di semina in campo: quantificazione del articolato ed esposizione delle api*; Report n°1 2012, relativo all'esperimento in campo del 07/06/2012.

Tapparo A., Marton D., Giorio C., Zanella A., Soldà L., Marzaro M., Vivian L., Girolami V.; 2012; *Assessment of the Environmental Exposure of Honeybees to Particulate Matter Containing Neonicotinoid Insecticides Coming from Corn Coated Seeds*; *Environmental Science & Technology*; dx.doi.org/10.1021/es2035152.

Taylor A. G. e Harman G. E.; 1990, *Concepts and Technologies of Selected Seed Treatments*; *Annual Reviews Phitopathology*; 28, 321-339.

Thomas, C. D., Cameron A., Green, R. E.; 2004; *Extinction risk from climate change*; *Nature*; 427: 145-148.

Van Engelsdorp D., Evans J.D., Saegerman C., Mullin C., Haubruge E., Nguyen B. K., Frazier M., Frazier J., Cox-Foster D., Chen Y., Underwood R., Tarpay D. R. e Pettis J. S., 2009; *Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study*; *PLoS ONE* 4(8): 64-81.

Van Engelsdorp D., Hayes J. Jr., Underwood R. M., Pettis J. S.; 2010; *A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009*; *Journal of Apicultural Research*; 49 (1): 7-14.

Van Engelsdorp D., Mexiner M. D.; 2009; *A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them*; *Journal of Invertebrate Pathology*; 103 S80-S95.

Velthuis H. H. W., Van Doorn A.; 2006; *A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination*; *Apidologie*; 37: 421-451.

White G. F.; 1912; *The cause of European foulbrood*; U.S. Department of Agriculture; Bureau of Entomology Circular; 157.

White J.; 1907; *The influence of pollination on the respiratory activity of the gynaeceum*; Ann. Bot.; 21(4): 487-499.

Zander E.; 1909; *Tierische Parasiten als Krankheitserreger bei der Biene*; Leipzig Bienenztg 24, 147-150, 164-166.

8 RINGRAZIAMENTI

Ringrazio tutti coloro che mi hanno reso più facile la realizzazione e la stesura di questo lavoro.

In particolare:

VALENTINA MONDIN per stesura tesi

LUCA CATTELAN per progettazione e costruzione prototipi

➤ **Allegato 1:** foto nube di talco con uso del deflettore trasversale.



- **Allegato 2:** *prova emissione polveri con dual pipe con acqua e vortice e particolari prototipo.*



- **Allegato 3:** *prova emissione polveri con deflettore trasversale ed interno deflettore dopo l'esperimento con acqua.*



