



**ISTITUTO STATALE DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE “G.B. Cerletti”**  
ISTITUTO TECNICO: AGRARIA, AGROALIMENTARE E AGROINDUSTRIA “G.B. Cerletti” Conegliano  
ISTITUTO PROFESSIONALE: SERVIZI PER L’AGRICOLTURA E LO SVILUPPO RURALE “G. Corazzin”

---

ANNO SCOLASTICO: 2017\18

*Tesina d’esame*

**INSETTICIDI NEONICOTINOIDI: COMPOSIZIONE,  
AZIONE, UTILIZZI E IMPATTO SULL’ENTOMOFAUNA**

**Prof.ssa Santantonio Ornella**  
**Prof. Antoniazzi Paolo**

**Alunno: Bortot Alessandro**  
**Classe: 5<sup>^</sup> CVE**

## INDICE SINTETICO

Premessa_____	pag. 3
Generalità delle sostanze_____	pag. 4
Identificazione dei composti, struttura e metodo d'azione_____	pag. 5
Utilizzi e formulazioni dei principali prodotti fitosanitari a base di neonicotinoidi_	pag. 7
Interazioni con la pianta_____	pag. 9
Modalità d'impiego_____	pag. 9
Degradazione ambientale e impatto sull'entomofauna utile_____	pag. 11
Scelte legislative: passato e futuro dei neonicotinoidi_____	pag. 16
Note Conclusive_____	pag. 17
Indice delle fonti bibliografiche e sitografiche_____	pag. 19

## PREMESSA

I neonicotinoidi rappresentano la classe di insetticidi più utilizzata su scala globale per la loro efficacia e spiccata capacità sistemica.

L'elevata tossicità e la sostanziale assenza di selettività dei prodotti ha però determinato un'azione biocida a largo spettro anche su specie utili non parassite, accompagnata da una dilagante contaminazione di suolo, acqua, aria e cibo, dalla quale è scaturito un vero e proprio caso mediatico di protesta collettiva.

L'ape è divenuta in questa battaglia vessillo di biodiversità e salute, ma anche prova tangibile e soprattutto visibile di uno squilibrio ambientale ed entomologico causato dall'utilizzo improprio e incondizionato di armi chimiche dalla sottovalutata potenzialità.

La promessa europea di un prossimo divieto di utilizzo di parte di queste sostanze, segna la salita di un primo gradino sulla scala del buonsenso.

Alla luce di migliaia di studi scientifici, le cui comprovate conclusioni ribadiscono la pericolosità ambientale (anche per l'uomo) di tali molecole, definendo chiaramente i punti da modificare per una produzione più equilibrata, finalmente ci si è resi conto di come un'agricoltura irrispettosa e apparentemente perfetta, non può avere un seguito nell'equilibrio naturale.

Conoscere, riportare e capire un problema apparentemente passato, significa dunque avere la possibilità di non perseguire errando su un percorso di vita e di produzione tradizionale idealmente obbligato, permettendoci almeno di capire l'impatto delle nostre azioni.

Il caso neonicotinoidi, con le sue battaglie e il suo danno, potrà essere sicuramente d'esempio in una valutazione futura più attenta e consapevole della lotta chimica in agricoltura.

## GENERALITÀ DELLE SOSTANZE

In campo agricolo e ambientale, con il termine *neonicotinoidi* si intende identificare quelle sostanze aventi azione insetticida, appartenenti alla classe chimica dei *cloronicotinili*.

Sul mercato mondiale, la quasi totalità delle molecole commercializzate esplicante un'azione anti-insetto è di origine organica, di sintesi e può essere classificata solamente in quattro gruppi chimici, in base a differente composizione e azione sugli insetti fitofagi:

- 1- *Piretroidi*: (es. Deltametrina- *Decis protect*<sup>®</sup>):  
**neurotossici** per depolarizzazione degli assoni nervosi. Agiscono per contatto (principalmente) e ingestione. Incapacità di penetrazione nella pianta.
- 2- *Carbammati*: (es. Metiocarb- *Mesuro*<sup>®</sup>):  
**neurotossici** per inibizione dell'acetilcolinesterasi. Agiscono per contatto e ingestione. Non sistemici.
- 3- *Organofosfati o fosfororganici*: (es. DDT; Clorpirifos- *Dursban 75 WG*<sup>®</sup>):  
**neurotossici** per contatto, ingestione e inalazione. Non sistemici.
- 4- *Neonicotinoidi*: (es. Imidacloprid- *Gaucho*<sup>®</sup>):  
**neurotossici** per depolarizzazione degli assoni colinergici-nicotici. Azione per contatto, ingestione e inalazione. **Capacità di penetrazione e persistenza nella pianta.**

I neonicotinoidi, in particolare, rappresentano la classe di prodotti più giovane (primi sviluppi e applicazioni dal 1983) e utilizzata su scala globale grazie all'elevata efficacia, la capacità sistemica e a causa della parziale farmaco-resistenza sviluppata dai parassiti nei confronti delle prime tre categorie di sostanze ideate precedentemente.

Attualmente, questa famiglia di molecole rappresenta, in termini economici, circa un quarto del mercato di tutte le sostanze fitosanitarie prodotte dall'agroindustria, ma per il suo vasto utilizzo e l'elevata tossicità crea altresì evidenti problemi ambientali che, in un imminente futuro, potrebbero riguardare in modo significativo anche la salute umana, non esclusa dall'azione di tali composti.

Come mezzo necessario per valutare potenzialità ed effetti di tali prodotti la comunità scientifica si avvale dell'ape domestica (*Apis mellifera L.*) come organismo rappresentante del biotopo entomologico, per facilità di reperimento e importanza economica per l'uomo.

Nella seguente ricerca molti dati e informazioni estrapolate faranno dunque riferimento a tale inusuale unità di misura biologica.

## IDENTIFICAZIONE DEI COMPOSTI, STRUTTURA E METODO DI AZIONE

I neonicotinoidi sono neurotossine, parenti sintetici della nicotina, ampiamente impiegati in campo agricolo con i seguenti composti: *imidacloprid*, *acetamiprid*, *thiacloprid* (**cloronicotinili**), *thiamethoxan* e *clothianidin* (**tianicotinili**), attualmente utilizzabili in più di 120 paesi e registrati con diversi nomi commerciali.

L'efficacia degli insetticidi è dovuta al fatto che essi riescono a penetrare e ad interagire all'interno del sistema nervoso centrale grazie alla loro idrofobicità, nonostante abbiano tutti una solubilità in acqua media.

Negli insetti, gli insetticidi sistemici neonicotinoidi, che entrano in azione prevalentemente tramite ingestione, agiscono come agonisti sui recettori postsinaptici nicotinici dell'acetilcolina (nAChR) bloccando la normale azione di scambio di ioni attivata da questa sostanza. (Meccanismo d'azione **IRAC 4A**)

La neurotrasmissione colinergica mediante le sinapsi nicotiniche viene effettuata sostanzialmente in due fasi.

Inizialmente l'acetilcolina viene rilasciata dalla membrana presinaptica per esocitosi e interagisce con il sito di legame situato nel dominio extracellulare del complesso costituito dal canale ionico del recettore dell'acetilcolina modificandone la conformazione; in un secondo momento, questa modificazione conformazionale porta all'apertura del canale promuovendo l'ingresso di cationi Na<sup>+</sup> extracellulare e l'uscita di cationi K<sup>+</sup> intracellulare per mantenere lo stato di equilibrio del potenziale di membrana. Negli insetti, la nAChR è ampiamente distribuita nelle regioni neuropilo del sistema nervoso centrale. L'effetto visibile che ne consegue, a dosi letali elevate, è rappresentato da un'iniziale fase di eccitazione e iperattività scoordinata di tutti gli organi e gli arti dell'insetto, alla quale segue un'immediata paralisi e successivamente la morte.

La **tossicità acuta** viene misurata tramite il calcolo della DL50 (dose letale 50), ovvero il quantitativo di sostanza capace di uccidere il 50% dei soggetti testati, nell'arco di 24 o 48 h (DL 50 24\48). Tale valore è diverso per ogni specie e per ogni principio attivo utilizzato. Nel caso dei neonicotinoidi, prendendo in considerazione l'ape domestica (*Apis mellifera L.*) come testimone di prova, la DL50 media delle sostanze sopracitate si attesta a 4 ng in caso di assunzione orale e a circa 20 ng per contaminazione per contatto, ad esclusione di *acetamiprid* e *thiacloprid* con soglie di tossicità molto più alte.

Si riportano in seguito le caratteristiche tossicologiche dei composti per *Apis Mellifera L.*:

<b><u>Principio attivo</u></b>	<b><u>DL 50\ 48 h orale (ng\ape)</u></b>	<b><u>DL 50\ 48 h contatto (ng\ape)</u></b>
<i>Thiamethoxan</i>	5.00	29.9
<i>Clothianidin</i>	3.77	21.8
<i>Imidacloprid</i>	3.7	17.9
<i>Acetamiprid</i>	14530	8090
<i>Thiacloprid</i>	1732	38830

Trattandosi di molecole attive a livello neurologico, la loro presenza comporta, per i soggetti la cui dose letale risulta superiore e in caso di dosaggi inferiori alla DL50 media, effetti cronici la cui continuità di esposizione può comportare comunque la morte dei soggetti esposti (**tossicità cronica**).

In tali situazioni di assunzione, risulta comunque presente una risposta neurologica immediata da parte dell'insetto, con la conseguente comparsa di effetti imputabili solamente alla presenza della sostanza nel sistema nervoso. Si può osservare come nel soggetto colpito, si evidenzino un iniziale ampliamento e miglioramento dell'attività motoria a seguito dell'assunzione di bassissime dosi di pesticida (DL50\5- DL50\100), via via sempre più lenta e scoordinata, all'aumentare del quantitativo del composto in entrata nel circolo emolinfatico dell'insetto, e captato dal sistema nervoso (**1,3**). Altri effetti riscontrati, già prima delle turbe comportamentali, sono legati alla perdita dell'orientamento e della capacità di navigazione, della memoria a breve e medio termine, della capacità olfattiva e della risposta immunitaria (**2**). A seconda del quantitativo acquisito, la situazione di normalità fisiologica può ristabilirsi in non più di 48 h, predisponendo però il soggetto a una maggiore suscettibilità nei confronti della sostanza (**4**).

A supporto di ciò, si riportano alcune evidenze scientifiche sugli effetti di neonicotinoidi su *Apis mellifera L.* in laboratorio:

- 1- Come già indicato, le sostanze neonicotinoidi iniziano a produrre la prima sintomatologia comportamentale a concentrazioni di prodotto tra DL50\5 e DL50\100. Per Fipronil (Fam. Fenilpirazoli, simile a neonicotinidi), noto con il N.C. di *Frontline combo*<sup>®</sup> (presidio veterinario) il quantitativo in questione è inferiore a 1\500 della DL50 (circa 0.0083 ng).
- 2- Il thiamethoxan produce perdite di memoria per 24 h già a concentrazioni di 0.1 ng\ape. (Test PER – Proboscis Extension Reflex).
- 3- L'imidacloprid amplia l'attività motoria con quantitativi assunti da 1.5 a 2.5 ng\ape. Oltre tale valore i movimenti e la trasmissione neuronale sono ostacolati.
- 4- Il fipronil somministrato a dosaggio di 0.1 ng\ape (quantità sub-letale), in maniera prolungata, ha mostrato una mortalità indotta di tutti i soggetti testati in una sola settimana.

Il meccanismo d'azione è il medesimo per tutti gli insetti, per i quali, in base alla dimensione, la DL50 può arrivare fino a un massimo di 90 ng\individuo.

Essendo infine sostanze attive per un largo spettro di organismi animali, anche per l'uomo e gli altri mammiferi esiste una presumibile DL50, data la presenza degli stessi recettori nervosi degli insetti ai quali i neonicotinoidi possono legarsi. La tossicità per tali soggetti è però ovviamente inferiore dati i ridotti quantitativi impiegati e la maggiore complessità e voluminosità del sistema corporeo, ma l'esposizione continua a microdosi di prodotto possono favorire l'insorgenza, scientificamente provata, di patologie o effetti a livello nervoso e cerebrale, quale ad esempio nell'uomo, il *morbo di parkinson*.

## UTILIZZI E FORMULAZIONI DEI PRINCIPALI PRODOTTI FITOSANITARI A BASE DI NEONICOTINOIDI

La spiccata efficacia e la capacità sistemica fanno delle molecole neonicotinoidi degli insetticidi efficienti, funzionanti e particolarmente ubiquitari, impiegati in diverse formulazioni sulla quasi totalità delle colture d'interesse agrario.

Data la vastità sia di utilizzi, che di prodotti disponibili sul mercato, si riporta in seguito solo l'analisi sintetica delle formulazioni attualmente più utilizzate sulle coltivazioni tipiche della pianura padana e trevigiana, al solo scopo di esemplificare la diversità d'uso di tali sostanze.

Si ricorda infine che i diversi principi attivi sono commercializzati con diversi nomi commerciali. I prodotti sotto riportati non rappresentano l'unica formulazione di ciascuna molecola, ma solamente alcuni dei tanti preparati disponibili, scelti per la loro diffusione di utilizzo.

### SONIDO®

---

**Distributore:** Bayer CropScience

**Composizione:** thiacloprid 33,9% (400g/l)

**Formulazione:** concentrato fluido per concia

**Impiego autorizzato:** concia mais (*Zea mais L.*)

**Indicazioni di pericolo:** nocivo per ingestione e inalazione (Xn), pericoloso per l'ambiente (N)

**Parassita controllato:** *agriotes spp.* (elanteridi), diabrotica del mais (primi stadi larvali)

**Dosaggi:** 62,5 ml prodotto\ dose (25 000 semi)→circa 75-100 g p.a.\ha (75 000- 100 000 semi\ha)

**Altro:** il thiacloprid è l'unico neonicotinoide ammesso per i trattamenti fitosanitari e la concia del mais dopo la rivalutazione del 2013 (di seguito), per la sua tossicità più ridotta per i pronubi. Nonostante questo il suo impatto nei confronti di quest'ultimi è comunque importante, oltrepù se combinato in co-formulazione con altri prodotti concianti (es. teflutrin-*Force*®). Persistenza in pianta fino 5\8^ foglia (fase fenologica).

### ACTARA® 25 WG

---

**Distributore:** Syngenta Italia (attuale detentore del brevetto)

**Composizione:** thiametoxan 25%

**Formulazione:** granuli solubili

**Impiego autorizzato:** vite da vino (tempo di carenza: **21 gg.**), pesco, melo, patata, radicchio, ciliegio etc.

**Indicazioni di pericolo:** molto nocivo

**Parassita controllato (vite):** cicalina verde (*Empoasca vitis*), cicalina della flavescenza dorata (*Scaphoideus titanus*), cocciniglie

**Dosaggi (vite):** 20 g\hl→200 g\ha. Solo in post-fioritura

**Altro:** prodotto impiegabile anche tramite irrigazione a goccia e/o immersione delle piantine prima del trapianto di colture orticole per le quali è autorizzato il prodotto (es. peperone, melanzana, pomodoro etc.). **È una delle principali soluzioni applicate nella lotta al vettore della flavescenza dorata su *Vitis vinifera*.**

## CONFIDOR® 200 SL

---

**Distributore:** Bayer CropScience

**Composizione:** imidacloprid 17,1% (200 g/l)

**Formulazione:** concentrato solubile

**Impiego autorizzato:** patata (tempo di carenza: **14 gg.**), melo, pero, pesco, ciliegio, erba medica, fragola, radicchio etc.

**Indicazioni di pericolo:** nocivo

**Parassita controllato** (patata): dorifora della patata (*Leptinotarsa decemlineata*), afidi (*Aphis spp.*, *Myzus persicae*)

**Dosaggi** (patata): 75 ml/hl (0,075% p.a.)

**Altro:** sostanza con spiccata sistemica acropeta (via xilematica) e durata d'azione. Indicata per trattamenti precoci. Utilizzabile anche tramite irrigazione.

## DANTOP® 50 WG

---

**Distributore:** Sunitomo Chemical Italia

**Composizione:** clothianidin 50%

**Formulazione:** granuli idrodispersibili

**Impiego autorizzato:** albicocco, melo, pero, patata, pesco, barbabietola da zucchero (concia)

**Indicazioni di pericolo:** nocivo, pericoloso per l'ambiente

**Parassita controllato** (melo): afide verde del melo (*Aphis pomi*), afide grigio del melo (*Dysaphis plantaginea*), cimice asiatica

**Dosaggi** (melo): 15g/hl → 150/225 g/ha

**Altro:** Dantop 50 wg è l'unico prodotto a base di clothianidin autorizzato in Italia.

Probabilmente il p.a. da cui è formato è il neonicotinoide più efficace, lo testimoniano la persistenza in pianta (oltre i 30 gg. , nonostante tempi di carenza inferiori per tutte le colture trattate), e l'alta capacità sistemica sia floematica che xilematica. Agisce anche come traslaminare nelle prime ore di assorbimento.

## EPIK®

---

**Distributore:** Sipcam Italia

**Composizione:** acetamiprid 5%

**Formulazione:** polvere solubile

**Impiego autorizzato:** colza (tempo di carenza: **40 gg.**), erba medica, patata, melo, pero, susino, pesco, frumento, etc.

**Indicazioni di pericolo:** --

**Parassita controllato** (frumento): afidi, cimici, *Oulema melanopus* (coleottero)

**Dosaggi** (frumento): 200 ml/hl → 2 l/ha

**Altro:** bassa soglia di tossicità, maggior compatibilità con impollinatori e insetti utili anche con trattamenti in pre-fioritura. Diffusione quasi mondiale del prodotto, non interessato dalle restrizioni di utilizzo europee (2018). Sistemicità prevalentemente xilematica.



## INTERAZIONI CON LA PIANTA

Tutti i p.a. riportati sono dotati di elevata sistemica e, in alcuni casi, di traslaminarità. Ciò permette al prodotto di ridistribuirsi per via floematica e/o xilematica nei differenti tessuti vegetali, raggiungendo così anche insetti non interessati direttamente al momento del trattamento consentendo di esplicare l'azione biocida sugli individui presenti sotto la lamina fogliare o insediati sulla coltura in periodi successivi alla dispersione. L'azione assorbente prevale a livello fogliare, ma in base alle diverse modalità di dispersione, questa può avvenire anche per via radicale in caso di concie dei semi o plantule e irrigazioni fitoiatriche a goccia. È garantita una necessaria adesività della miscela irrorata sulla chioma da coadiuvanti chimici già miscelati.

Le sperimentazioni su colture in pieno campo e protette, anche condotte con dosaggi di prova superiori alla normale indicazione, non hanno evidenziato fitotossicità sulle colture e effetti negativi sulla qualità e la quantità del raccolto, ad esclusione della maggiore residualità analizzata.

## MODALITÀ D'IMPIEGO

Una corretta modalità di utilizzo diminuisce la probabilità di contaminazioni indesiderate dell'uomo e dell'ambiente circostante, permettendo al prodotto di esplicare la sua migliore efficacia in condizioni di lavoro quanto più ottimali possibile.

Le norme alle quali attenersi per le operazioni di trattamento sono dunque da considerarsi alla stregua di altri elementi di lavoro, quali dosaggi o efficienza delle macchine utilizzate, e di non trascurabile importanza per lo svolgimento dell'operazione a regola d'arte.

Il rispetto di tali indicazioni, accompagnato da una conoscenza tecnica delle sostanze, del loro sistema di azione e dei parassiti combattuti, rappresenta, nonostante rimanga presente una sottovalutazione di esso, il primo accorgimento pratico per rendere **più** sostenibile e consapevole la coltivazione in atto.

Si riportano sinteticamente le prescrizioni e le scelte agronomiche per l'utilizzo dei PF trattati, definite per ciascuna formulazione nell'etichetta ministeriale obbligatoria.

- 1- I prodotti formulati a base di molecole neonicotinoidi neurotossiche sono classificati come sostanze nocive e pericolose per l'ambiente. Prima dell'utilizzo consultare le indicazioni di pericolo (codice H- classificaz. CLP) e i consigli di prudenza (codice P) riportati in etichetta.
- 2- Utilizzare i PF solo per le colture autorizzate, entro le fasi fenologiche e i dosaggi consigliati (il non rispetto dei tempi di carenza può compromettere il prodotto finito per problemi di residualità. Il limite massimo di residuo è fissato per ogni p.a. e per ogni coltura ammessa, mentre il tempo di carenza varia anche tra i diversi formulati commerciali. I limiti residui per neonicotinoidi, sono nella maggior parte dei casi, definiti con quantitativi inferiori a **1 ppm/kg**).
- 3- Non superare le dosi massime e il numero di interventi ammessi per evitare fenomeni di resistenza (max 1-2 trattamenti, in base a prodotto, p.a., coltura e parassita) e

alternare gli interventi con p.a. a diverso metodo d'azione in caso di presunta inefficacia del formulato (possibile anche per i neonicotinoidi).

- 4- Impiegare le dosi massime riportate solo in caso di forte infestazione.
- 5- Impiegare attrezzature idonee, certificate e revisionate (direttiva EU 128\2009).
- 6- Non contaminare le acque con il prodotto, il suo contenitore, durante il trattamento e il lavaggio dell'irroratrice. Rispettare le misure di mitigazione (fasce tampone) per la protezione degli organismi acquatici.
- 7- Per la protezione degli uccelli evitare, soprattutto per coltivazioni a terra, irrigazione per aspersione nelle 24 h successive al trattamento.
- 8- Utilizzare gli idonei DPI (tuta standard, guanti) in fase di preparazione e aspersione della soluzione. Rispettare i tempi di rientro.
- 9- Non trattare in presenza di vento o con mezzi aerei.
- 10- Assicurare una completa bagnatura della chioma. In caso di applicazioni a basso volume d'acqua, adottare la dose ad ettaro calcolata moltiplicando la dose ettolitrica per il numero di ettoltri utilizzabili a volume normale.
- 11- Non miscelare i formulati con altri prodotti di natura alcalina.
- 12- P.a. molto tossici per api e insetti pronubi. Non trattare durante la fioritura della coltura e operare lo sfalcio dell'eventuale tappeto erboso presente nel sottochioma o nelle circostanze dell'appezzamento. Non trattare nel periodo di fioritura delle essenze arboree\arbustive più nettariifere, in eventuale siepe presente.
- 13- Non circolare su strade pubbliche con soluzione già miscelata all'interno dell'irroratrice.
- 14- Non miscelare il prodotto con principi attivi che aumentano la tossicità del composto insetticida.

## DEGRADAZIONE AMBIENTALE E IMPATTO SULL'ENTOMOFAUNA UTILE

“ [...] L'obiettivo di ogni trattamento fitosanitario è quello di colpire la specie dannosa con minori ripercussioni per gli altri organismi presenti nello stesso ambiente, definiti genericamente non bersaglio. I rischi ambientali, derivanti dall'uso di molecole non selettive a largo spettro d'azione, si possono concretizzare in ogni momento, poiché non si tratta solo di fenomeni che riguardano il passato della lotta chimica agli insetti, come insegna il caso molto attuale degli effetti indesiderati scaturiti dall'impiego dei nicotinoidi.” (da **Gli insetti e il loro controllo; Pennacchio F.**)

### 1-Selettività

Partendo dal presupposto che, in generale, la selettività degli insetticidi di sintesi o naturali nei riguardi degli artropodi è incompleta o nulla, risulta utile riportare alcune eccezioni e il concetto di azione selettiva per tali molecole.

La *vera selettività* (selettività primaria o fisiologica) è dovuta alla struttura chimica e al tipo di meccanismo biotossico dell'insetticida da un lato, e le caratteristiche biochimiche dell'organismo dall'altro. Tale situazione è, tra gli insetti, molto rara in quanto necessiterebbe di una diversa organizzazione del sito d'azione sfruttato dalla molecola tossica. La similarità soprattutto del sistema nervoso, su cui agisce la maggioranza degli insetticidi, determina l'inesistenza di sostanze veramente innocue per alcune classi entomologiche.

La *selettività secondaria* scaturisce invece direttamente dalle modalità di applicazione della s.a. e quindi dalle possibilità dell'insetto di venire a contatto e/o assimilare il formulato insetticida o meno; è il caso dei neonicotinoidi che, data la loro natura endoterapica, potrebbero, a livello teorico una volta assorbiti, esplicare una parziale selettività nei confronti dei soli fitofagi parassiti della pianta trattata **in assenza** di formazioni fiorali o altre fonti attrattive per tutti gli altri insetti non bersaglio.

### 2-Contaminazione

Per gli insetti non parassiti varie sono le vie di contaminazione dipendenti dalle modalità di aspersione. Nella zona agricola dell'alta pianura padana le principali fonti di intossicazione sono rappresentate dalle polveri di deriva delle seminatrici pneumatiche al momento della semina a semente concia e dall'aereosol non captato dalla chioma o dalla coltivazione in fase di trattamento con atomizzatori o irroratrici a barra. Il prodotto disperso nell'ambiente e depositato su specie vegetali (anche in fioritura) frequentate da insetti, diventa causa di morte e tossicità. La contaminazione, data l'elevato potere insetticida delle sostanze anche a quantitativi molto bassi e la facilità di trasporto aerobico, diventa un problema persistente anche a diversi km di distanza dalla coltivazione interessata.

La guttazione fogliare delle plantule trapiantate o seminate con p.a. conciante, il nettare florale delle coltivazioni direttamente trattate e di quelle solo contaminate, i pollini, le melate fisiologiche e altri essudati rendono infine disponibile il prodotto in sistemica anche agli insetti non fitofagi, i quali non dotati di apparati boccali masticatore o pungente-succhianti vengono ugualmente colpiti dall'azione della molecola senza una reale parassitizzazione della pianta. Lo stesso contatto/captazione diretto con polveri, spray o acque di fertirrigazione è l'ultima modalità di esposizione possibile.

### 3-Effetti sub-letali, tossicità cronica, sinergia e bio-accumulo

Le molecole neonicotinoidi e i loro metaboliti se assunti in dosi non letali determinano comunque l'insorgenza di effetti tossici già citati, ma nell'ultimo rapporto TFSP (Task Force on Systemic Pesticides) del 2017 viene soprattutto evidenziata la capacità dei p.a. di modificare l'espressione dei geni legati al funzionamento del sistema immunitario, il senso dell'orientamento e la capacità di termoregolazione.

Gli effetti sinergici e additivi con i fungicidi (soprattutto quelli azolici), frequentemente applicati ai raccolti trattati con neonicotinoidi possono accrescerne la tossicità. (La DL50 del thiacloprid è risultata 500 volte più bassa in corrispondenza del trattamento abbinato con il propiconazolo- *TILT*<sup>®</sup> 25 EC)

I neonicotinoidi interagiscono ugualmente con dei fattori di stress naturale, o ne favoriscono l'influenza, e ciò si manifesta con un disturbo della risposta immunitaria e lo stimolo del potere patogeno di certi agenti infettivi naturali che altrimenti resterebbero asintomatici.

È dimostrato che gli effetti cumulativi delle sostanze, a causa della impossibilità di rigenerazione neuronale, provocano un aumento della mortalità degli insetti nel corso del tempo.

Negli animali e nell'uomo il bio-accumulo nelle matrici nervose e lipidiche comporta presunti effetti mutagenici, teratogeni, allergenici, neuropatici e cancerogeni.

### 4-Effetti sulle colonie di impollinatori e *Apis Mellifera L.*

Effetti di campo riscontrati su singoli individui e sulle intere colonie rispecchiano i risultati già ottenuti in laboratorio.

Sulle api, longevità ridotta, minor capacità di apprendimento e navigazione, morte istantanea, minor deposizione di uova e riduzione della fertilità comportano un graduale collasso e spopolamento della colonia, rendendola improduttiva per la diminuzione del numero di api componenti, abbassandone poi la soglia di sopravvivenza. Nel caso di avvelenamento latente, condotto a dosi non letali ma in modo continuato, il riconoscimento della problematica risulta più difficile senza la possibilità di un testimone sano posto in ambiente non contaminato. L'effetto dei neonicotinoidi, e degli insetticidi in generale, sul superorganismo alveare viene definito come CCD (Colony Collapse Disorder) e inserito nel quadro patologico dell'ape domestica. La sintomatologia tipica, oltre a una più o meno repentina perdita di individui, è rappresentata dall'insorgenza di altre malattie influenzate dall'indebolimento immunitario dell'ape e normalmente soggette a ciclicità stagionale naturale (*Nosema ceranae*, *Nosema apis*) o a sviluppo variabile (*Virus*), da alterazioni nella produzione ferormonale delle regine, dalla riduzione della loro fertilità tanto da indurre la famiglia ad allevarne delle nuove e dall'aumento dell'aggressività delle api.

La contaminazione dei pollini e del nettare in entrata nell'alveare influisce negativamente anche sullo sviluppo della covata e delle api non bottinatrici, per le quali è però comprovata scientificamente una minore sensibilità all'intossicazione da neonicotinoidi.

L'identificazione visiva di un avvelenamento può essere facilitata dalla vasta moria che può svilupparsi sul terreno antistante gli alveari per la tendenza dei singoli insetti di ritornare al gruppo, nella vicinanza del quale periscono per la perdita dell'orientamento.

Per altri impollinatori si riportano le seguenti conclusioni:

quando le colonie di bombi sono esposte a dosi reali di imidacloprid, thiametoxan o clothianidin le performance sono molto scarse, la colonia cresce lentamente, e si producono poche regine. Effetti simili, ma meno accentuati, si riscontrano con contaminazioni da thiacloprid.

Anche le osmie evidenziano basse performance vitali e l'incapacità di costruire il nido in

vicinanza delle colture trattate. Le concentrazioni di p.a. tossiche per l'osmia sono molto più basse rispetto a quelle dell'ape domestica.

#### 5-Effetti sulle altre specie

Le vie di esposizione ai neonicotinoidi utilizzati in agricoltura sono, per gli insetti predatori, sia dirette, sia per avvelenamento secondario attraverso la preda contaminata.

Gli effetti sugli organismi presenti nel suolo non sono ancora stati valutati completamente. Per i vertebrati, i test di laboratorio hanno evidenziato che imidacloprid e clothianidin generano una vasta gamma di effetti neurologici in ratti, pipistrelli e uccelli che più frequentemente entrano a contatto con tali sostanze, soprattutto in via diretta per l'ingestione di sementi trattate (70% dei casi contaminati). Per essi, i p.a. comportano impatti sulla crescita, sulla riproduzione e sull'immunità patologica, oltre che effetti neurologici quali la diminuzione della memoria e della capacità di cognizione. Come anche per gli insetti, gli effetti sub-letali riportati si manifestano frequentemente con livelli di esposizione molto più bassi rispetto alle dosi letali prese come riferimento.

Degno di nota è infine l'impatto delle molecole sugli insetti come principale fonte di cibo di molti vertebrati insettivori.

#### 6-Persistenza (cenno scientifico)

I p.a. citati, come tutte le molecole insetticide immesse nell'ambiente, vanno incontro a svariati processi degradativi, esterni e interni al substrato trattato. Luce, calore, ossigeno, CO<sub>2</sub>, enzimi biologici e catalizzatori sono i fattori coinvolti nella trasformazione molecolare. L'intervallo di tempo nel quale avviene il processo demolitivo è definito *persistenza*. Essa ha durata variabile in base alla velocità del processo e influenza sia la durata dell'effetto tossicologico del principio, sia la rintracciabilità residuale nelle analisi.

Comunemente, si fa riferimento alla *persistenza fitosanitaria* intendendo il periodo durante il quale la molecola rimane presente in condizioni chimiche di integrità e a concentrazione sufficiente per esplicare un'azione acuta nei confronti dei parassiti.

La *persistenza ambientale* indica la durata temporale del periodo in cui il prodotto rimane presente in diverse matrici come elemento trasformato e/o residuale, con possibili effetti sub-letali, di bio-accumulo e di interazione fisiologica sugli organismi; la sua durata dipende dalla mobilità della molecola e dei suoi metaboliti.

#### 7-Persistenza, accumulo al suolo e metaboliti dei neonicotinoidi

La presenza dei principi attivi si può riscontrare nei suoli, nelle acque e negli eventuali esseri viventi venuti a contatto con tali sostanze che presentano una bassissima volatilità per i ridotti valori di pressione di vapore che le accomunano.

La persistenza ambientale che ne deriva viene quindi classificata come moderatamente lunga. Al suolo, in caso di semina con utilizzo di concia neonicotinoide, i tempi di dimezzamento ( $t_{0,5}$ ) di tutte cinque le molecole riportate oscillano tra valori da 39 a 545 giorni, con eccezioni oltre i 1000 giorni. La loro reale persistenza nell'ambiente pedologico può però perdurare per più di due-tre anni a seconda del tipo di terreno e della presenza di acqua, rimanendo disponibile per il prelievo da parte dell'apparato radicale delle piante. (Analisi su mais riportano la persistenza delle sostanze nella pianta in concentrazioni apprezzabili anche dopo gli 80 giorni dall'emergenza, nonostante la coltura assorba solo il 5% del p.a. somministrato con la concia).

I p.a. essendo poi dotati di discreta solubilità riescono facilmente a trasmettere la contaminazione, per via idrica ad appezzamenti vicini, corpi idrici e falde acquifere, non legandosi saldamente alle particelle di terreno.

L'accumulo al suolo e la degradazione chimica risulta differente per le diverse molecole.

L'imidacloprid è stato il primo p.a. nicotinilidico sintetizzato e perciò è quello il cui destino ambientale è più noto e studiato.

Nel suolo, il p.a. residuo ha emivita variabile in base a  $pH$  (più è basso, minore è  $t_{0,5}$ ), composizione del terreno, quantità di s.o., frequenza di coltivazione e luce (la cui presenza riduce l'emivita). In assenza di radiazione solare, il tempo di degradazione più alto calcolato per imidacloprid, usato come conciante per mais, è stato di 229 giorni. (Prodotto quindi assorbito dalla pianta per tutta la durata della coltivazione).

Nel calcolo dell'emivita (o tempo di dimezzamento) non è però preso in considerazione il destino ambientale delle sostanze, coinvolte sia in processi di allontanamento che di degradazione chimica e biologica.

Oltre al terreno, i siti di trasformazione dei p.a. sono le stesse piante e gli organismi animali nei quali si accumulano. Frequentemente, i metaboliti possono avere tossicità superiore alle molecole di partenza.

Nel caso di thiametoxan ad esempio, i metaboliti generati dimostrano avere una maggior efficacia tossicologica. A conferma di ciò, la tossicità dovuta al principio attivo in sé si è dimostrata decisamente inferiore rispetto agli altri neonicotinoidi, ma grazie al contributo del clothianidin (p.a. e metabolita del thiametoxan), che possiede elevata affinità con i recettori post-sinaptici colinergici, l'insetticida risulta avere un'efficacia pari a quella degli altri insetticidi della categoria di appartenenza.

Altri studi di laboratorio, condotti con l'utilizzo di imidacloprid su api, hanno suggerito come l'azione letale a dosaggi superiori la DL50 sia determinata dallo stesso p.a., mentre a dosi inferiori, a decretare la morte di un numero di soggetti minore del 50% siano solo i metaboliti, tra i quali l'imidacloprid-olefina, con comprovata maggiore tossicità rispetto al principio di partenza e presente però solamente in quantità pari al 10% del quantitativo degradabile iniziale.

## 8-Accumulo nelle matrici alimentari degli insetti

Oltre a un accumulo nei prodotti agricoli raccolti destinati al consumo umano, minore delle soglie residuali minime fissate per legge, le molecole nicotinoidi si fissano, comportando tossicità, anche nelle scorte alimentari delle colonie d'insetti.

Nettare e polline, stoccate nei favi dell'*Apis mellifera* o in colonie di altri pronubi, possono contenere residui di prodotti costituendo un'importante fonte di esposizione all'interno dell'alveare.

Il polline, dopo il trasporto e la trasformazione, è la matrice che riporta il più alto tasso di contaminazione da pesticidi; studi recenti riportano, in alcuni campioni californiani (area fortemente coltivata), la presenza di quasi 100 p.a. diversi, tra cui neonicotinoidi presenti in media da 1 a 15  $ng/g$  e talvolta fino a 100  $ng/g$ .

In Gran Bretagna (realità agricola europea), da prove di campo effettuate, si è riscontrato che circa il 43% dei campioni di polline prelevato contiene thiametoxan, il 4% clothianidin, il 15% imidacloprid, e il 20% thiacloprid. La concentrazione media dei neonicotinoidi totali è di circa 3  $ng/g$ , con valori massimi registrati di 26  $ng/g$ .

Nel nettare i residui riscontrati si ritrovano in concentrazioni inferiori rispetto ai pollini e nell'ordine dei 2  $ng/kg$  per piante conciate e 10  $ng/kg$  su colture irrorate o fertirrigate.

Per il miele, circa il 75% dei campioni contiene almeno un neonicotinoide (situazione persistente su tutti i mieli del mondo), il 45% ne contiene due, il 10% quattro o cinque. Sebbene le concentrazioni misurate siano inferiori ai valori limite per la salute umana, quasi la metà (48%) dei campioni oltrepassa il valore di 0,10  $ng/g$ , quantitativo per cui è stato accertato un effetto negativo sulle api.

La contaminazione della cera d'api è infine verificata. L'ipotesi preferita per la modalità di contaminazione è la cessione di tali composti dal polline e nettare stoccati alla matrice cerosa;

tale processo risulta tanto più efficace quanto più il materiale stoccato è ricco di acqua. Anche per la cera le concentrazioni dei p.a. neonicotinoidi sono espresse nell'ordine dei  $ng/kg$ .

Nel caso dell'ape domestica, i soggetti più esposti a una contaminazione indiretta sono, oltre tutta la covata in via di sviluppo, api nutrici (per l'elevato consumo di polline) e bottinatrici (consumo di nettare e miele).

Particolarmente influenti sono le condizioni di coattività che possono instaurarsi tra le diverse molecole degli alimenti, con un potenziale aumento della tossicità specifica dei singoli principi.

## 9-Contaminazione idrica

La contaminazione delle acque espande il danno ambientale causato dai p.a. su un'area enorme rispetto a quella direttamente trattata. Lo sviluppo della tossicità idrica rimane ancora scarsamente studiato e le poche prove effettuate sono state coordinate e condotte dalle stesse imprese produttrici. Tale situazione ha portato nel 1995 alla definizione dei primi limiti residuali in acqua, totalmente inadeguati per le potenzialità tossicologiche dei composti, pari a circa  $200\ ng/l$  per l'esposizione cronica e  $300\ ng/l$  per quella acuta. Solo nel 2014 l'EFSA ha suggerito agli stati europei l'applicazione di una RCA-MA (limite esp. cronica) pari a  $9\ ng/l$ . Al momento attuale, alcuni nazioni, tra cui anche la Francia continuano a considerare valide le disposizioni del '95.

In Italia, l'ente ISPRA nel 2012 ha accertato l'imidacloprid come secondo contaminante più frequentemente rinvenuto dall'analisi di acque di superficie. Le più alte contaminazioni sono state riscontrate nei pressi di Padova, area ad alta concentrazione maidicola; ulteriore prova della persistenza di tale p.a. nella pedosfera e nell'idrosfera. (Nota: è vietato l'uso di imidacloprid per la concia del mais dal 2008). In Sicilia, la stessa sostanza utilizzata per il controllo dei parassiti su agrumi, è stata identificata come quella a più alto tasso di superamento dei limiti nelle acque sotterranee.

I residui in acque analizzate superano molto frequentemente il limite di  $9\ ng/l$ .

In altre zone agricole mondiali ad alta concentrazione di coltivazioni la situazione è la medesima, con quantitativi contenuti molto più alti rispetto a quelli campionati al suolo. (Es.: In California, nella zona di coltivazioni dei mandorli, nel 20% dei campioni l'imidacloprid supera i  $1050\ ng/l$ , mentre il 100% risulta contaminato).

Tutte le sostanze neonicotinoidi e la maggioranza dei loro metaboliti sono refrattarie ai trattamenti convenzionali di depurazione dei reflui urbani.

È quindi ovvio il danno ambientale anche nei confronti delle specie acquatiche (In Svezia e Maryland\USA è stato stimato un danno biologico poco superiore al 40%). Secondo alcuni studi probabilistici, per poter evitare effetti duraturi sulle specie idriche i valori soglia di contaminazione da neonicotinoidi non dovrebbero superare i  $35\ ng/l$  nella media annuale e i  $200\ ng/l$  nel picco inquinante. Riportando ancora imidacloprid come esempio, è stato stimato che già una concentrazione di  $13\ ng/l$  può causare danni alla fauna ittica e ai macro-invertebrati acquatici.

L'acqua come fonte di approvvigionamento idrico per insetti e animali e per l'irrigazione funge infine da ulteriore vettore per la contaminazione. (Nota: un alveare ad esempio abbisogna di  $30/50\ L$  anno di sola acqua; senza considerare quella proveniente dalla concentrazione del nettare o dall'alimentazione in generale).

## SCELTE LEGISLATIVE: PASSATO E FUTURO DEI NEONICOTINOIDI

- 1- Nei primi anni '90 vengono segnalate le prime morie di api imputabili all'utilizzo di sementi di mais conciate con neonicotinoidi.
- 2- A partire dal 1995, prima in Francia (a seguito soprattutto della concia delle sementi di girasole, poi rintracciata e attiva nel nettare), e poi in tutta Europa, tali casi di spopolamenti sono segnalati con frequenza e sicurezza sempre maggiori.
- 3- Dal 2006, viene identificata la problematica con il termine tecnico di *CCD (Colony Collapse Disorder)*, dopo la verifica della medesima problematica tra gli apiari USA.
- 4- Tra il 2004 e il 2008 la situazione si aggrava per l'apicoltura del Nord Italia, soprattutto a causa delle semine contaminanti di mais conciato, incrementate da un trend del prezzo di mercato del cereale particolarmente favorevole (+63%; 2007\2008).
- 5- **17 settembre 2008**, con il primo Decreto Ministeriale in materia di neonicotinoidi, lo Stato Italiano dispone la sospensione dell'autorizzazione alla vendita e all'impiego di sementi di mais, colza, girasole, barbabietola, conciate con le sostanze attive insetticide *thiametoxan, clothianidin, imidacloprid e fipronil*.
- 6- D.M. del **26 gennaio 2009**. Viene fissato il limite della sospensione al 20 settembre 2009, tranne per la barbabietola da zucchero che (D.M. del 27 gennaio) viene totalmente esclusa dalla sospensione, per particolari caratteristiche agronomiche, riacquistando la possibilità essere conciato alla semina.
- 7- D.M. del **14 settembre 2009**. Il Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali proroga fino al 20 settembre 2010 la limitazione per le sostanze citate.
- 8- Ugualmente, l'anno successivo viene fissato come nuovo limite il 30 giugno 2011.
- 9- La sospensione temporanea, nel corso del 2011, rimane attiva fino al 30 giugno 2012, nell'attesa che il progetto APENET fornisca dati scientifici sugli effetti del decreto di sospensione che rimarrà attivo anche nell'anno 2013.
- 10- Con il regolamento esecutivo Europeo del **24 maggio 2013**, l'Unione Europea vieta l'impiego di *imidacloprid, thiametoxan e clothianidin* per la concia delle sementi (ad esclusione di coltivazioni in serra e cereali vernini), per trattamenti geodisinfestanti e fogliari su colture attrattive per le api e i cereali, ad esclusione di trattamenti in serra e post-fioritura.
- 11- Il **27 aprile 2018** i tre principi attivi sopracitati vengono definitivamente banditi dall'utilizzo in campo a partire dalla fine dell'anno, in territorio europeo. Saranno ancora autorizzati per l'utilizzo in serra e in tutto il resto del mondo. Rimangono esentati da provvedimenti legislativi i p.a. *thiacloprid e acetamiprid*.



## NOTE CONCLUSIVE

Anche se sembra brutto da pensare, con i neonicotinoidi un po' ci sono cresciuto. Non mi sono mai sembrati qualcosa di nuovo, o meglio, non mi sono mai apparsi come tali fino a quando non ho cominciato a capirci qualcosa in età "apparentemente" più matura, quando d'incomprensibili novità ne ho scoperte molte!

Credo, anzi sono sicuro, di averli sentiti nominare per la prima volta intorno agli anni 2007\2008- *ultimi anni delle conce*, quando ancora alle mie orecchie, quei nomi strani proprio non dicevano nulla. Mi sono entrati in testa come qualsiasi altra cosa entra in testa ad un bambino di otto anni quando ascolta i discorsi tra gli adulti e inutilmente cerca di capircene qualcosa.

D'altronde, in quei mesi non si parlava d'altro.

Il problema era persistente.

Sì, ho conosciuto queste sostanze come un problema, non come una soluzione quali avrebbero dovuto essere.

Ogni risoluzione molte volte porta con sé degli effetti indesiderati, creando ulteriori alterazioni.

La crisi dell'apicoltura settentrionale nella seconda metà del primo decennio duemila è stato un dato di fatto. La moria diffusa delle api a causa della potenza insetticida dei concianti dei semi è stata solo l'ultima visibile dimostrazione di uno squilibrio ambientale creato tra piante, uomo, insetti e animali.

La prima sospensione di alcuni principi attivi ha rappresentato un fievole spiraglio di sole, in un destino settoriale ormai oscurato dalla legge del più forte.

A qualche anno di distanza, la direttiva UE sembra aver ribaltato le regole del gioco riuscendo nella squalifica di una classe di insetticidi tra le più utilizzate al mondo.

Scelta strategica o decisione calcolata?

Sarà il caso neonicotinoidi, una boa di riferimento per un futuro agricolo più sostenibile?

Esiste veramente un cambio di rotta nell'etica collettiva o è solo una conveniente moda?

Alla luce di ciò, i casi concreti rimangono però ancora ben attivi.

Gli insetticidi e la lotta chimica rimangono fondamentali per una produzione sempre più perfetta per l'ottenimento di una redditività in decisa picchiata e la sospensione di un formulato nasconde al seguito l'entrata in scena di nuove molecole in un'escalation di tossicità e pericolosità.

Le azioni delle autorità rispecchiano un'indecisione altrettanto preoccupante affiancando a scelte etiche di sforzo collettivo la proposta di importazioni su scala globale, favorendo un sistema agricolo errato di paesi in cui la produttività estensiva è il primo e unico obiettivo da ottenere- *Lontano dagli occhi, lontano dal cuore.*

In un'ottica di globalizzazione non solo dei beni ma delle stesse idee, la volontà di provare a cambiare, con una visione personale più aperta e attenta, parte dalle piccole cose.

Penso che l'Italia sia capace di tutto ciò. Un sistema rurale, mutato a immagine e somiglianza del sogno agricolo americano, non può sopravvivere in un ambiente così eterogeneo e in un sistema economico su scala mondiale.

L'unica strada percorribile è quella della distinzione e della conservazione di quelle differenze che hanno reso la nostra Nazione e suoi prodotti apprezzati in tutto il mondo.

Oggi, più che mai, per fare ciò occorre conoscenza, tecnica, buonsenso, passione e lungimiranza.

L'esclusione totale di questi dannosi mezzi è una visione utopica.

Un utilizzo responsabile e attento è una scelta possibile. Saper scegliere come, dove, quando e cosa applicare rappresenta il vero passo avanti dei futuri imprenditori che solo in questo modo potranno rispettare ambiente, salute, futuro e settori altrui, rendendosi conto di come il proprio operato e le armi a loro disposizione siano capaci di alterazioni piccole e silenziose che sconvolgono un immenso equilibrio naturale fino ad allora immutato.

## INDICE DELLE FONTI BIBLIOGRAFICHE E SITOGRAFICHE

- Pennacchio F., *Gli insetti e il loro controllo*, Liguori editore, Napoli, 2014
- Carpana E., Lodesani M., *Patologia e avversità dell'alveare*, ed. Springer, Milano, 2014
- Borroni M., *Informatore degli agrofarmaci 2017*, ed. L'informatore agrario, Verona, 2017
- Amicabile S., *Manuale di agricoltura*, Hoepli, Milano, 2016
- Argenziano A., Argenziano L., *Prontuario dei presidi medico chirurgici per uso domestico e civile*, Edagricole, Bologna, 1992
- Maini S., Porrini C., Renzi M.T., *Sintesi delle ricerche sugli effetti indesiderati dei pesticidi nei confronti delle api*, Dossier rivista l'apis, 2013
- Bosco L., Concari C., Panella F., *Neonicotinoidi: il Nuovo DDT*, dossier rivista l'apis, 2018
- Pasqualini E., *Insetticidi neonicotinoidi, futuro ancora possibile?*, L'informatore agrario 21\2018
- Pasqualini E., *Neonicotinoidi: la storia, le caratteristiche, gli impieghi e un futuro incerto*, L'informatore agrario 29\2013
- Costacurta K., *Valutazione dell'esposizione delle api agli insetticidi neonicotinoidi presenti nel particolato emesso durante la semina di mais conciato*, tesi di laurea specialistica in chimica, Università di Padova, 2011\2012
- Zanella A., *Contaminazione ambientale di api da insetticidi neonicotinoidi. Approntamento di una metodologia analitica per la sua valutazione su singolo insetto*, tesi di laurea in chimica, Università di Padova, 2010\2011
- Baldassari M., *Difesa integrata in vite e Frutticole: possibili alternative ai neonicotinoidi?*, atti del convegno dell' 8 novembre 2013, Legnaro (PD)
- Copia Decreto Ministeriale del 25 giugno 2013, *Revoca delle autorizzazioni all'immissione in commercio e all'impiego di prodotti fitosanitari, contenenti le sostanze attive thiametoxan, imidacloprid, clothinidin, per il trattamento delle sementi e del terreno, ai sensi del regolamento di esecuzione (UE) n. 485\2013 della Commissione del 24 maggio 2013 e che vieta l'uso e la vendita di sementi conciate con prodotti fitosanitari contenenti tali sostanze attive.*
- Copia del regolamento esecutivo europeo del 24 maggio 2013
- Api e agricoltura*, IASMA notizie-Fondazione E.Mach, S. Michele all'Adige, 11 aprile 2016
- Zecchin G., *Neonicotinoidi, aggiornamenti scientifici e normativi*, atti del convegno dell'8 novembre 2013, Legnaro (PD)
- Porrini C., *Le api sentinelle ambientali*, convegno Confragricoltura Treviso, Montebelluna, 03 maggio 2018

Aebi A., Mulhauser B., Glauser G., Mitchell E.A.D., *Contaminazione da neonicotinoidi di mieli di tutto il mondo. Quali conseguenze per gli apicoltori?*, l'apis 2\2018

<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/>, PPDB Pesticide Properties Database, University of Hertfordshire

[www.mieliditalia.it](http://www.mieliditalia.it), approvazione stop a tre neonicotinoidi

[www.syngenta-italia.com](http://www.syngenta-italia.com), scheda tecnica prodotti

[www.cropscience.bayer.it](http://www.cropscience.bayer.it), scheda tecnica prodotti

[www.sunitomo-chem.it](http://www.sunitomo-chem.it), scheda tecnica prodotti

[www.sipcamitalia.it](http://www.sipcamitalia.it), scheda tecnica prodotti

[www.wikipedia.it](http://www.wikipedia.it), insetticidi, osmie

[www.agronotizie.imagelinenetwork.com](http://www.agronotizie.imagelinenetwork.com), prezzi dei cereali in Italia: serie storiche dal 1993 al 2008

[www.almondbeepollination.com](http://www.almondbeepollination.com), impollinazione industriale su mandorlo californiano, residui analizzati su matrici apistiche

[www.projectapism.org](http://www.projectapism.org), progetto USA di miglioramento sanitario dell'ape mellifera in ambiente agricolo

[www.dupont.it](http://www.dupont.it), elenco prodotti

[www.sky.it](http://www.sky.it), VANISHING OF THE BEES (documentario, 2009)

[www.youtube.com](http://www.youtube.com), UN MONDO IN PERICOLO-MORE THAN HONEY (documentario, 2012)

[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it), tossicità dei diversi principi attivi

[www.fmach.it](http://www.fmach.it), carta di San Michele all'Adige

[www.agraria.org](http://www.agraria.org), fisiologia insetti