



CICLO DI SEMINARI

**PRODOTTI FITOSANITARI: ASPETTI
NORMATIVI, APPLICATIVI,
AMBIENTALI, USO SOSTENIBILE E
GESTIONE DEI CONTROLLI**

Campus SAMEV (Grugliasco)
Podere Pignatelli (Villafranca Piemonte)



Ministero della Giustizia

Con il patrocinio di



9 febbraio 2024 Campus SAMEV (Grugliasco)

La resistenza ai prodotti fitosanitari: diffusione del fenomeno e strategie di gestione

La resistenza agli insetticidi

Luciana Tavella



**Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA)
Università degli Studi di Torino**

“Resistance” is a decreased response of a population of animal or plant species to a control measure as a result of its repeated application

adapted from FAO 1965

- ❑ Il prodotto per cui è stata segnalata resistenza è stato impiegato verso un particolare certo fitofago, contro il quale ha manifestato un notevole successo
- ❑ L'insuccesso non è conseguenza di cattiva conservazione, diluizione o applicazione del prodotto, né è dovuto a condizioni climatiche o ambientali anomale
- ❑ La dose raccomandata non riesce a contenere la popolazione del fitofago nelle normali condizioni di uso
- ❑ L'insuccesso nel contenere il fitofago in campo è causato da un cambio ereditabile nella suscettibilità delle popolazioni verso il prodotto

- **tolleranza o midridatismo**, a seguito dell'assuefazione di singoli individui di una popolazione a dosi crescenti di una sostanza tossica
non è ereditaria
- **resistenza s.str. o vera resistenza**, che dipende da deviazioni dei meccanismi di penetrazione, attivazione, degradazione ed escrezione di un p.a. abitualmente tossico
può comparire per mutazione genetica o per selezione di geni preesistenti (pre-adattativa)
è sempre ereditaria

Primi casi segnalati

- **1914** diminuita attività del solfocarbonato contro il diaspidide *Comstockaspis perniciosus*
- **1916** diminuita attività dell'acido prussico contro le cocciniglie *Aonidiella aurantii* e *Saissetia oleae*

Stato della resistenza

In oltre 500 specie di insetti e acari:

56% di interesse agrario

39% di interesse medico-veterinario

5% ausiliari

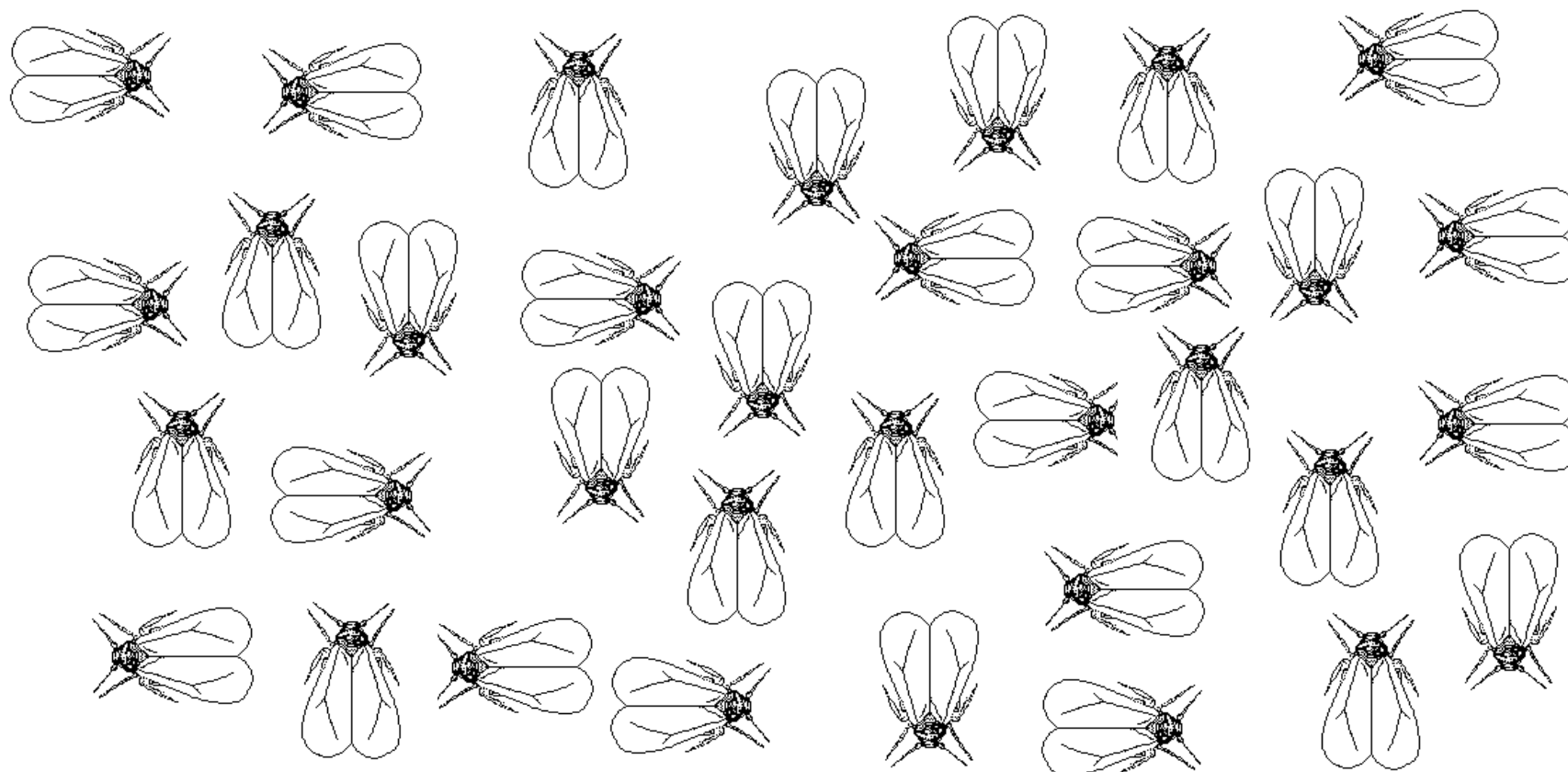
<https://www.pesticideresistance.org/index.php>

Meccanismi di resistenza

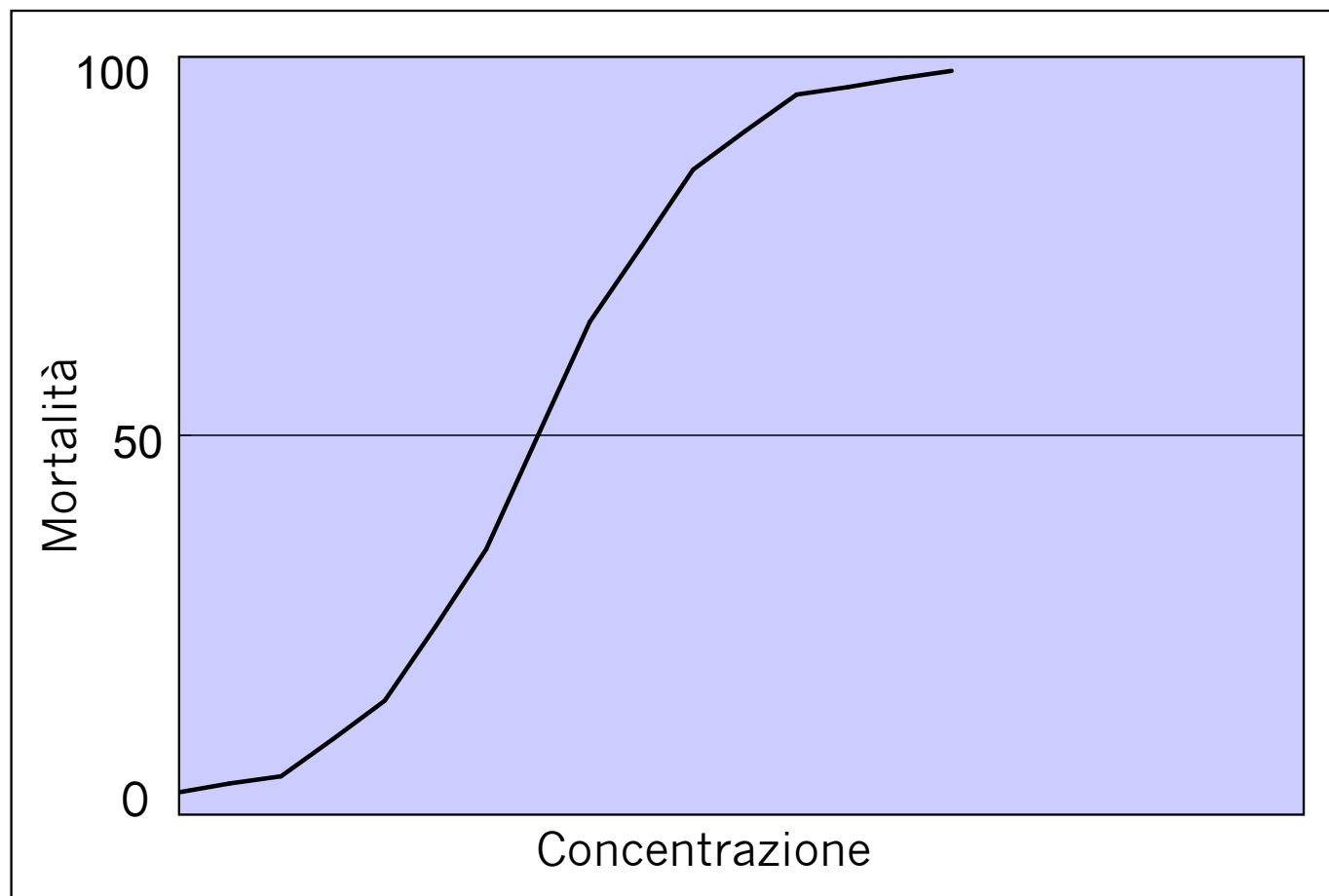
- **Detossificazione**
 - **Insensibilità del bersaglio**
- } fisiologica
- metabolica, quando il p.a. è degradato e detossificato per intervento di processi di ossidazione, riduzione, idrolisi, ecc., svolti da particolari enzimi
 - per alterazione dei siti “target”, legata ad un cambiamento della struttura di tali siti
- **Riduzione della penetrazione** → morfologica
- quando la penetrazione è impedita o ostacolata da strutture morfologiche
- **Escrezione**
 - **Evitare**
- } etologica
- quando il comportamento dell'individuo è o diviene tale da ridurre il contatto con il p.a.

- **semplice:** un solo enzima per detossificare un p.a.
- **incrociata:** un solo enzima è in grado di detossificare più p.a.
una popolazione diventa resistente a 2 o più insetticidi per effetto di un meccanismo comune
(es. incremento dell'attività di esterasi determina resistenza a diversi fosfororganici e carbammati)
- **moltiplicata:** un solo p.a. è detossificato da più enzimi convergenti
- **multipla:** più processi di detossificazione, uno per ogni gruppo di p.a.
⇒ vari meccanismi di resistenza sono accumulati nello stesso insetto
[es. copresenza di incremento dell'attività di esterasi (⇒ resistenza a diversi fosfororganici e carbammati) e alterazione del canale del sodio (⇒ resistenza ai piretroidi)]

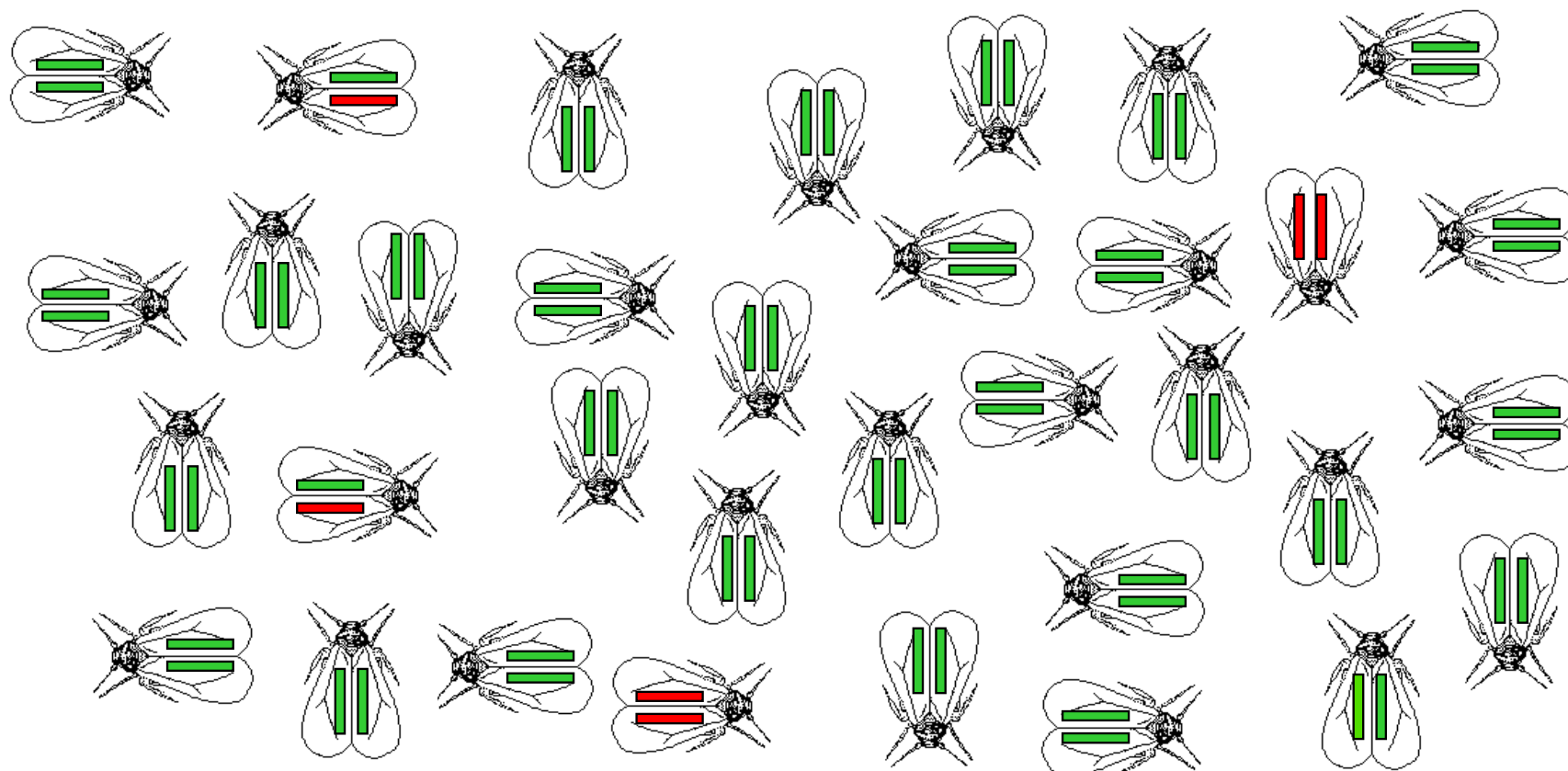
Popolazione di un fitofago



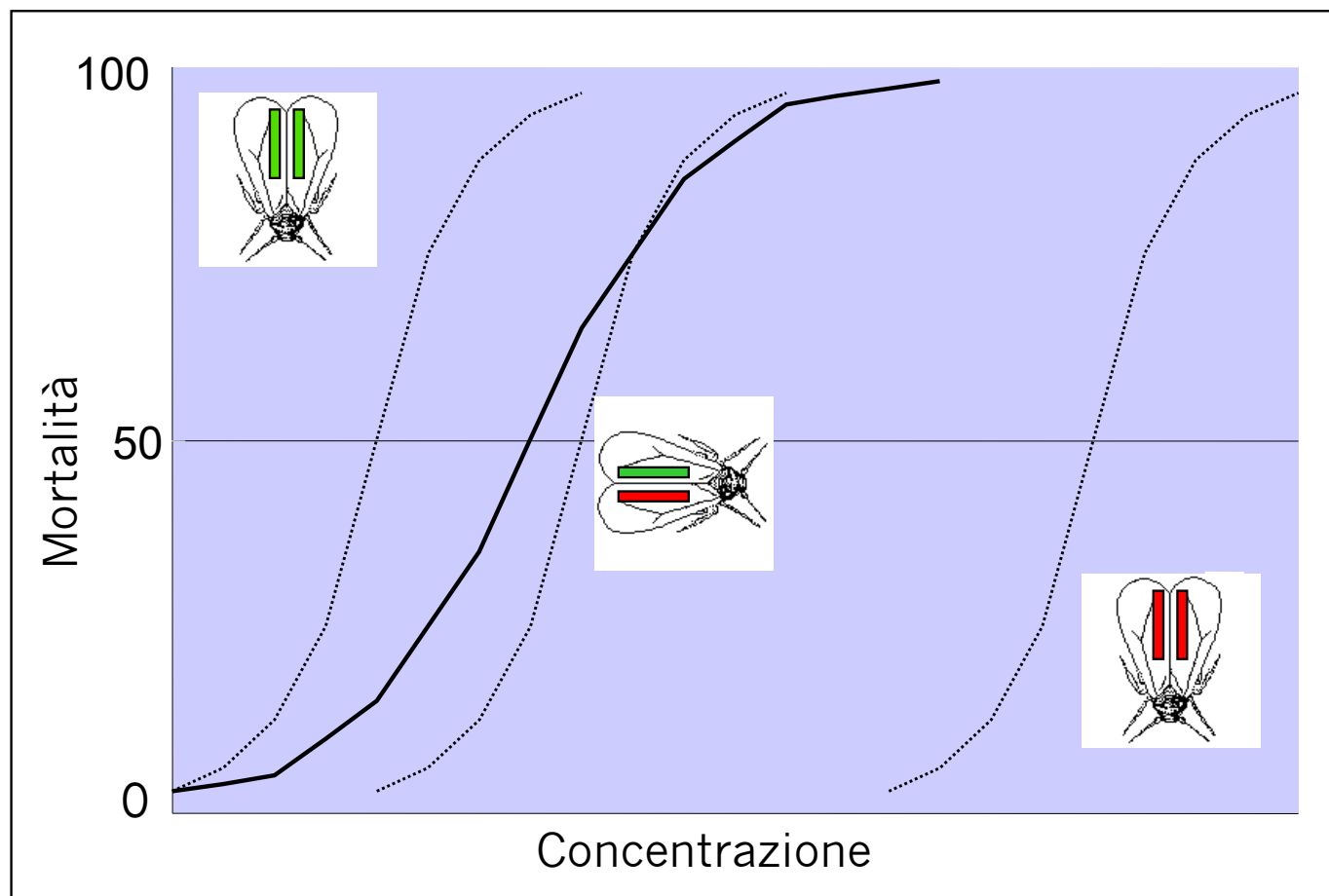
Curva dose-risposta

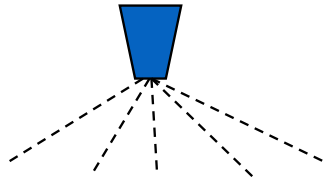


Geni della resistenza

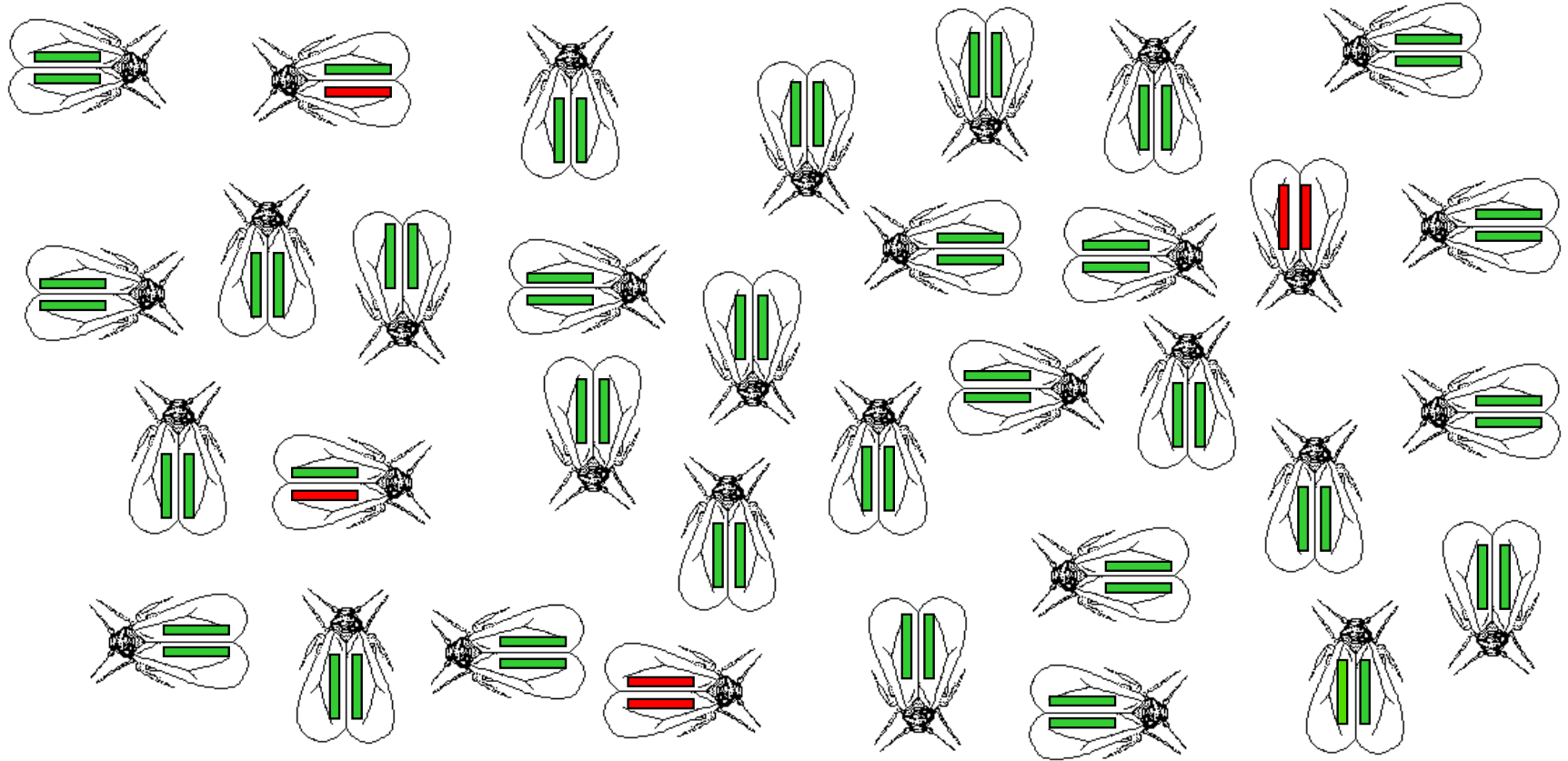


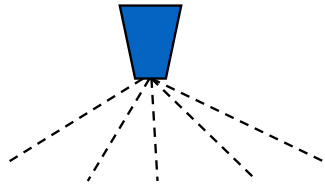
Curve dose-risposta differenti



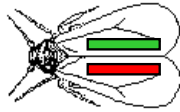


Trattamento insetticida

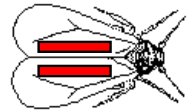
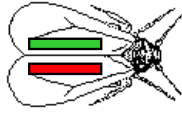




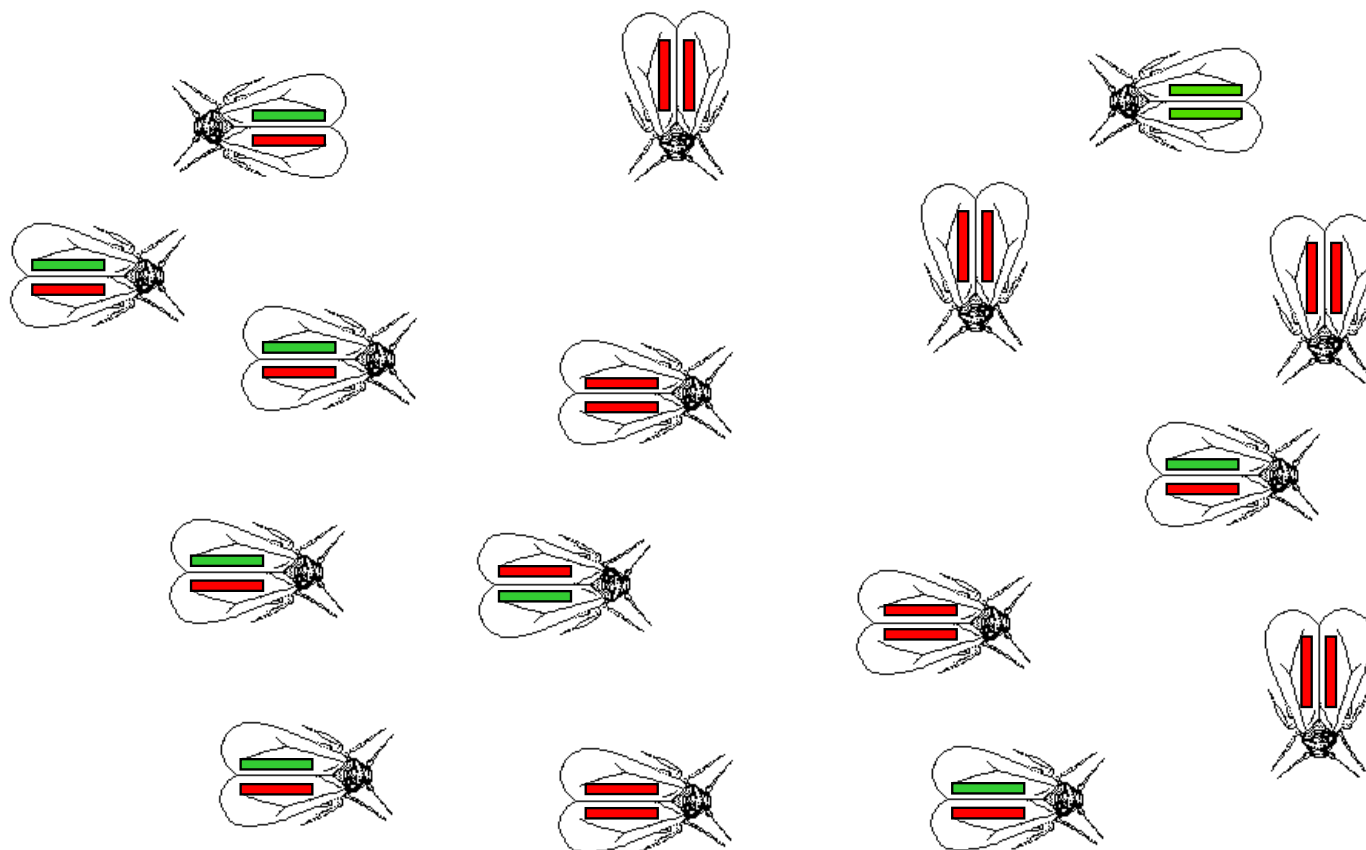
Trattamento insetticida



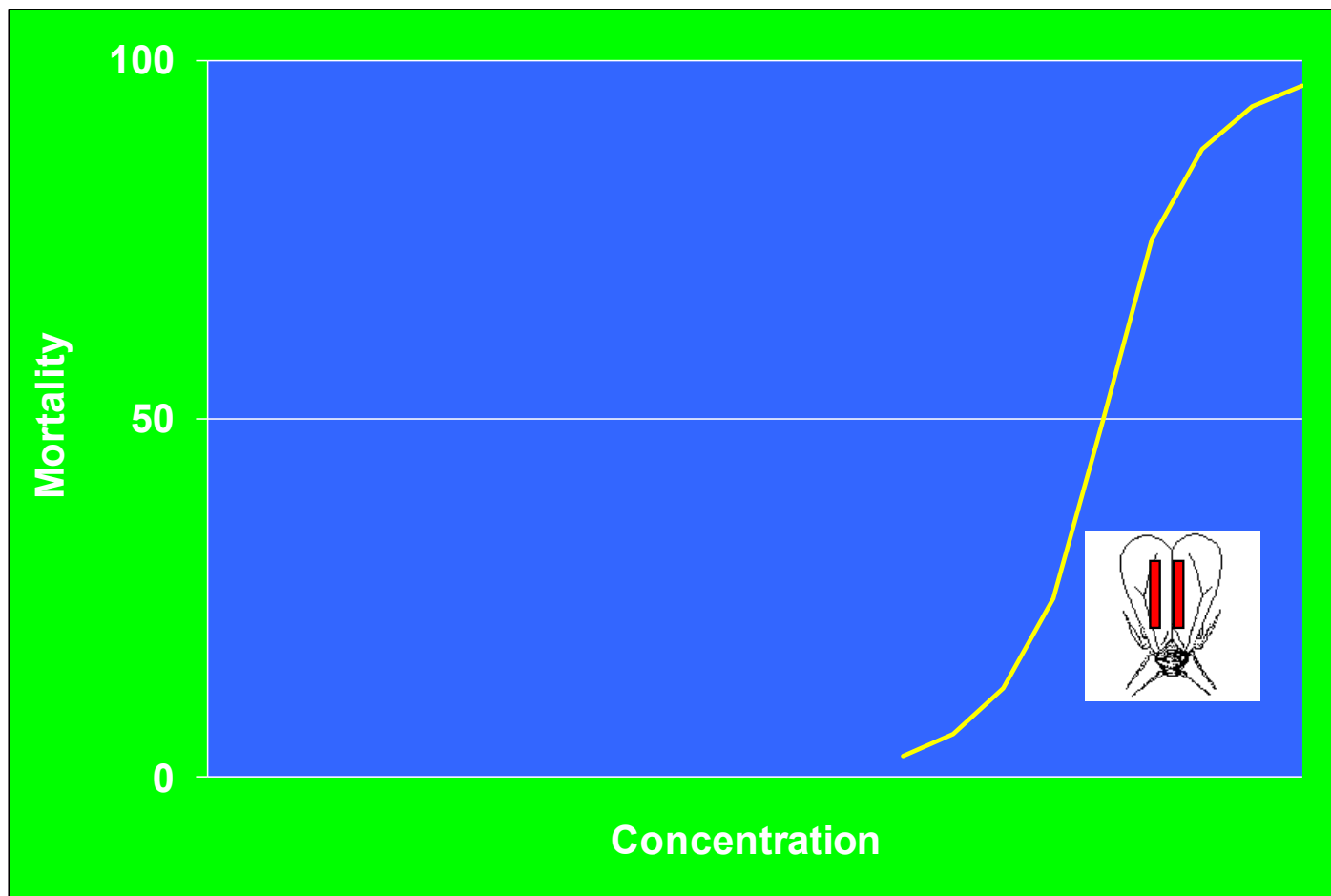
I sopravvissuti...



... sviluppo della popolazione sopravvissuta



“Dose-Response Line” della popolazione resistente



Importante:

nella resistenza, **meccanismi pre-esistenti** vengono selezionati dall'impiego dell'insetticida che porta all'evolversi di popolazioni resistenti: gli individui quindi nascono resistenti

“Survival of the fittest”
Ch. Darwin

Fattori che influenzano la resistenza

➤ **caratteristiche del fitofago:**

mobilità, durata e numero di generazioni, ciclo biologico, fertilità, gamma di ospiti



Importante:

nella resistenza, meccanismi pre-esistenti vengono selezionati dall'impiego dell'insetticida che porta all'evolversi di popolazioni resistenti: gli individui quindi nascono resistenti

**“Survival of the fittest”
Ch. Darwin**

Fattori che influenzano la resistenza

➤ **caratteristiche del fitofago:**

mobilità, durata e numero di generazioni, ciclo biologico, fertilità, gamma di ospiti

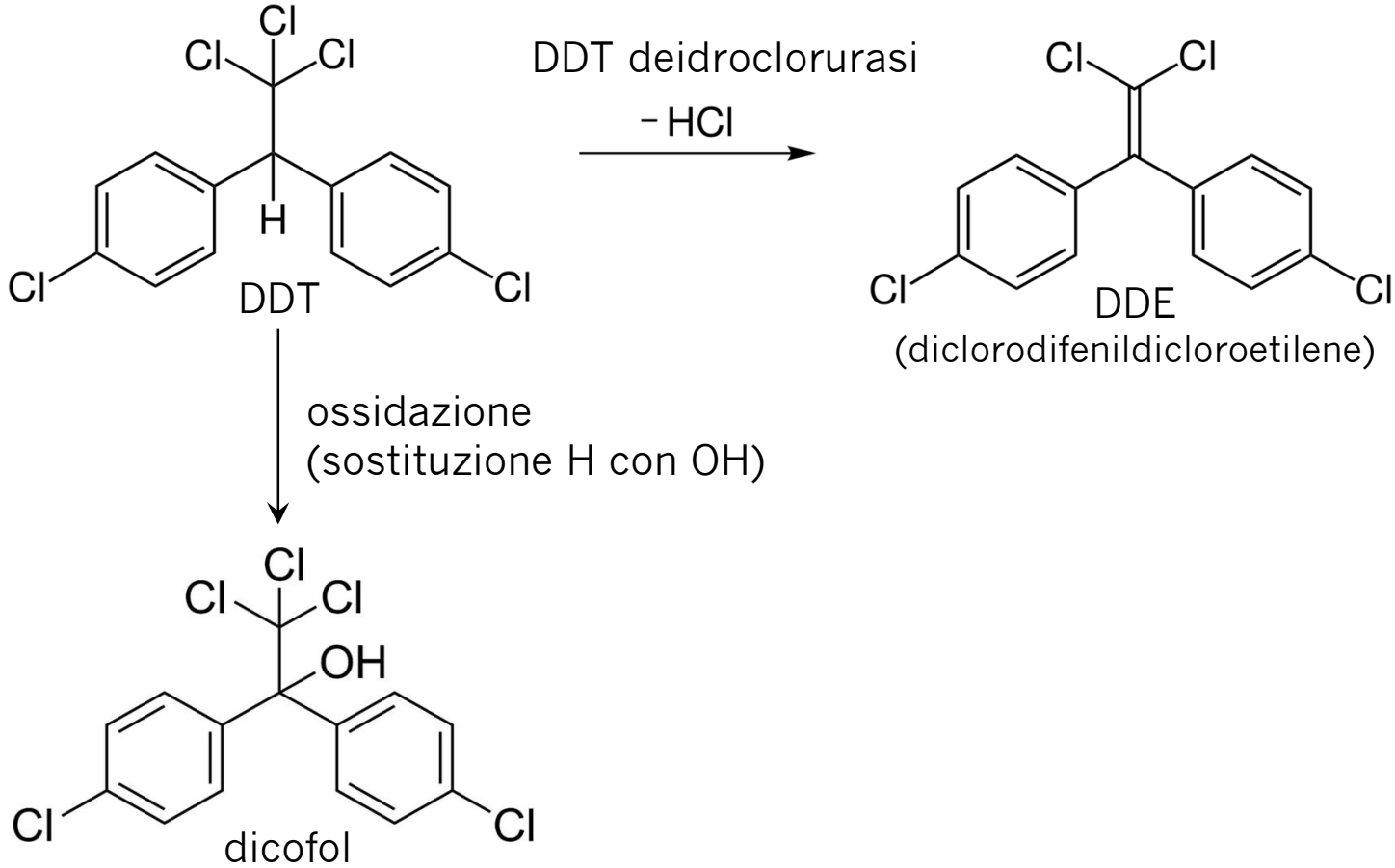
➤ **caratteristiche dell'insetticida:**

classe chimica, meccanismo di azione, persistenza

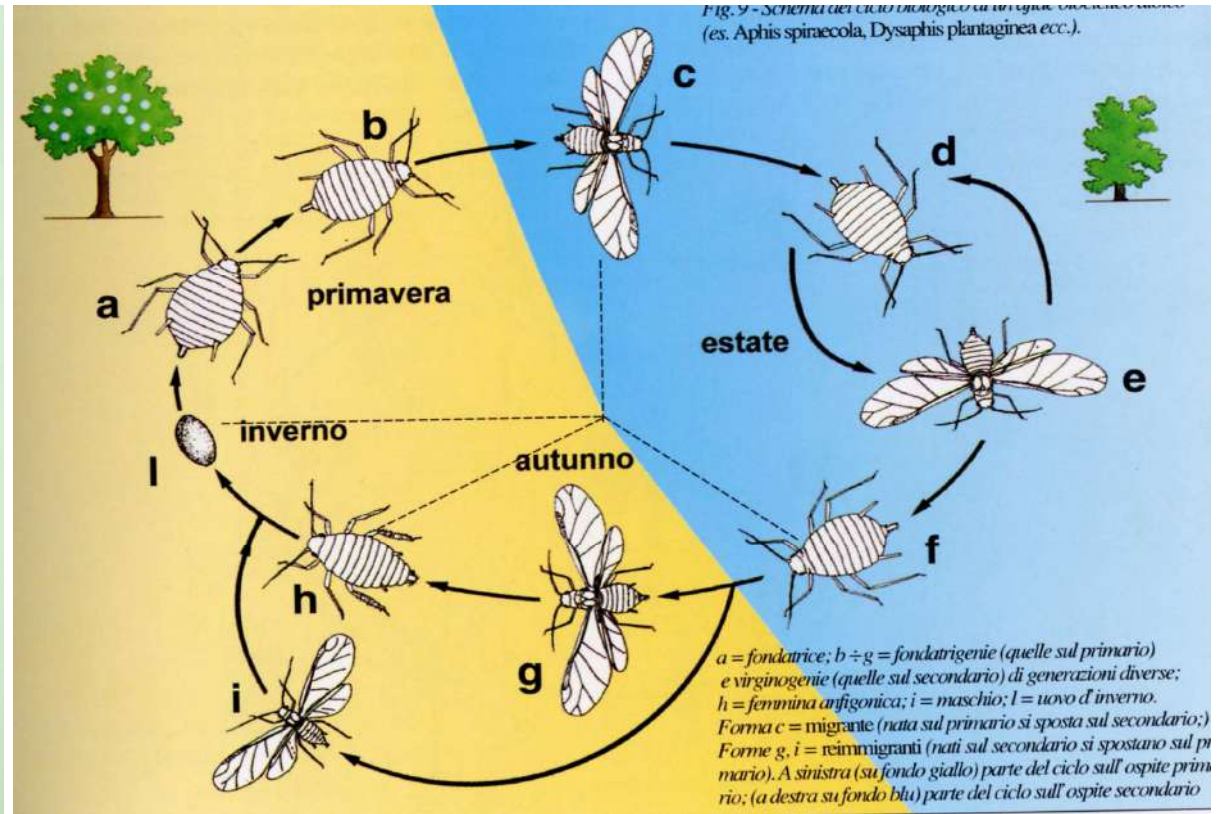
➤ **modalità e tempi d'impiego dell'insetticida:**

dose e frequenza d'impiego, modalità di applicazione, soglie economiche

Esempi di resistenza: caso DDT



Esempi di resistenza: *Myzus persicae*



- ✓ Ceppi oliciclici, anoliciclici e androciclici
- ✓ Veloce fissazione di caratteri per partenogenesi (cloni)
- ✓ Scarso flusso genico tra olo- e anolo-ciclici

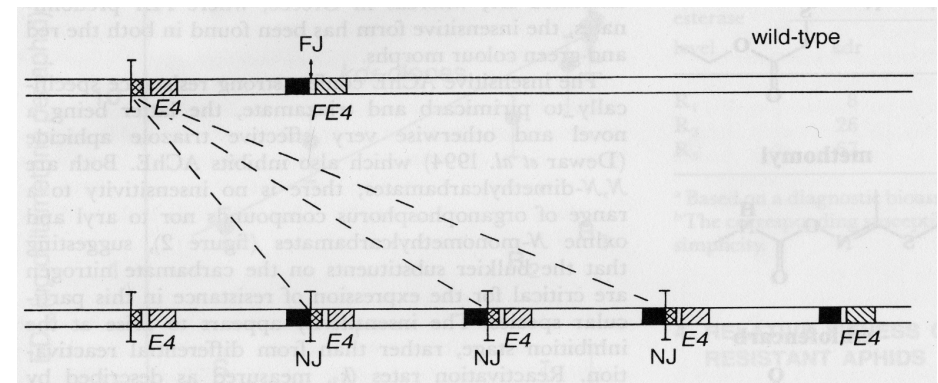
Esempi di resistenza: *Myzus persicae*

Cloni con superproduzione di esterasi che detossificano insetticidi

Geni che codificano le esterasi sono **E4** e **FE4**, espressione fino a 1% proteine totali, detossificano fosfororganici, carbammati e piretroidi

I ceppi resistenti mostrano duplicazioni progressive dell'attività esterasica, quindi il fenomeno non è dovuto ad alterazione del livello di trascrizione di E4 e FE4, bensì ad **amplificazione genica**

- E4 e FE4 sono molto simili ($\cong 5\text{Kb}$)
- tutti i ceppi resistenti hanno identiche sequenze di E4 e FE4
- singoli eventi di amplificazione per E4 e per FE4 si sono poi diffusi
- l'amplificazione riguarda E4 o FE4, quasi mai entrambi



Devonshire et al. (1998) Phil.Trans. R. Soc. Lond. B 353: 1677-1684

Esempi di resistenza: *Myzus persicae*

L'origine della mutazione è unica, poi si è diffusa con estrema velocità nella popolazione grazie alla partenogenesi

La diffusione della mutazione è dovuta anche a:

- ✓ migrazioni tramite correnti aeree degli afidi
- ✓ commercio di materiale di propagazione

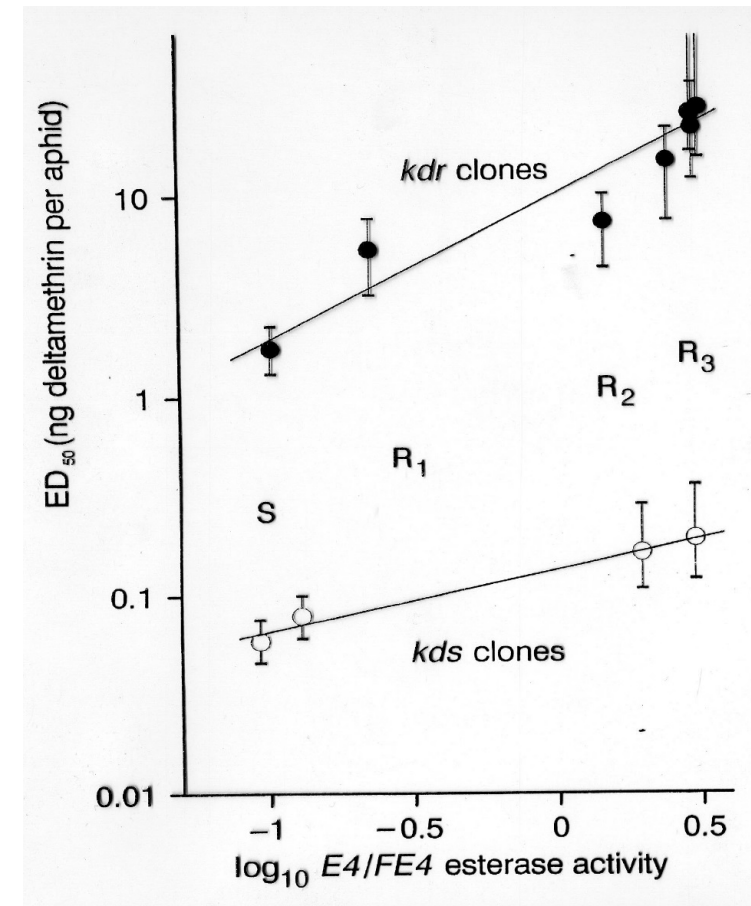
Esempi di resistenza: *Myzus persicae*

knock-down resistance (kdr) è una resistenza dovuta ad un meccanismo di resistenza incrociata a piretroidi e clororganici (DDT) per insensibilità del sito bersaglio

kdr è associata quasi sempre ad afidi con amplificazione di E4, raramente con amplificazione di FE4

kdr si è quindi originata in afidi resistenti anolociclici E4

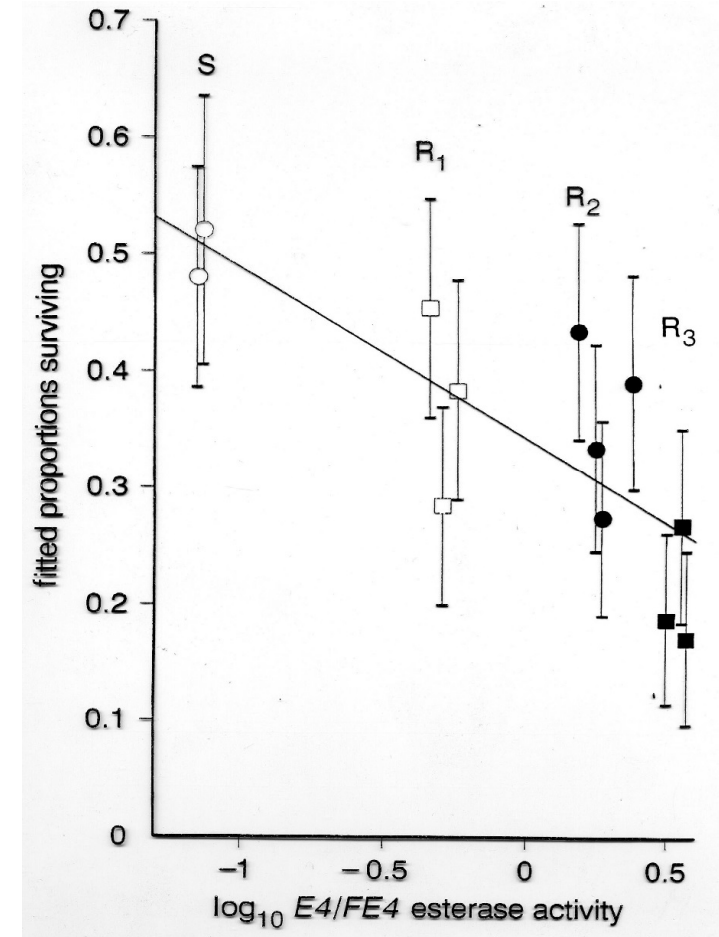
kdr è dovuta a una **mutazione puntiforme**, sempre la stessa in afidi, mosche, blatte e nottue



Esempi di resistenza: *Myzus persicae*

È stato osservato un costo associato alla mutazione per la resistenza agli insetticidi, es. minor mobilità, minor capacità di sopravvivenza invernale

Esperimenti in campo su colza hanno mostrato che esiste correlazione inversa tra livello di resistenza per sovrapproduzione di esterasi e capacità di svernamento (afidi meno mobili e meno recettivi al feromone di allarme)
Si pensa che il costo della resistenza sia dovuto a kdr piuttosto che a esterasi, ma kdr è quasi sempre associato ad amplificazione delle esterasi



Geni di resistenza a insetticidi

Esistono pochissime mutazioni associate alla resistenza nei geni bersaglio degli insetticidi

Le mutazioni funzionali sui geni di resistenza a insetticidi sono estremamente “ristrette”, si selezionano sempre le stesse, anche in specie diverse e filogeneticamente distanti

➔ sono quindi “prevedibili” e l’esperienza ottenibile in laboratorio su una specie test può essere presumibilmente applicata anche ad altre specie di interesse agrario

Identificazione dei geni di resistenza a insetticidi

Diagnostica:

- ✓ PCR o real time PCR con sonde
- ✓ ELISA con antisieri E4 o FE4 (R1, R2, R3)
- ✓ ELISA con antisieri AChE
- ✓ biosaggi con applicazioni topiche su vetrino o pianta

Gestione della resistenza

Obiettivo:

mantenere bassa la frequenza del gene di resistenza nella popolazione → conservarne la suscettibilità

Resistance Management = Selection Pressure Management

**i geni per la suscettibilità sono una risorsa naturale importante →
devono essere mantenuti**

Strumenti per la gestione della resistenza

- evitare i trattamenti non necessari
- impiegare p.a. alle dosi raccomandate
- scegliere p.a. con minor effetto residuale
- preferire trattamenti localizzati
- preservare aree rifugio non trattate
- usare sinergizzanti per neutralizzare la resistenza
- alternare insetticidi con **differenti meccanismi di azione**
- ...

ETICHETTA E FOGLIO ILLUSTRATIVO

DECIS®
INSETTICIDA
CONCENTRATO EMULSIONABILE (EC)

DECIS®
Composizione:
Deltametrina pura 2,81% (= 25 g/L)
coformulanti quanto basta a 100
Contiene: nafta solvente (petrolio) aromatica leggera

FRASI DI RISCHIO
Inflammabile. Nocivo per inalazione e ingestione. Irritante per la pelle. Rischio di gravi lesioni oculari. Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico. Nocivo: può causare danni ai polmoni in caso di ingestione. L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolature della pelle.
L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini.

CONSIGLI DI PRUDENZA
Conservare fuori dalla portata dei bambini. Conservare lontano da alimenti mangiami e da bevande. Conservare lontano da fiamme e scintille. Non fumare, né bere, né fumare durante l'impiego. In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico. Non gettare i residui nelle fognature. Usare indumenti protettivi e guanti adatti e proteggersi gli occhi/la faccia. In caso di ingestione consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta.
Questo materiale e il suo contenitore devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi.
Non disperdere nell'ambiente. Riferirsi alle istruzioni speciali/etichette informative in materia di sicurezza.
In caso di ingestione non provocare il vomito: consultare immediatamente il medico e mostrargli il contenitore o l'etichetta.

Titolare dell'Autorizzazione: Bayer CropScience S.r.l. - Viale Certosa 130 - 20156 Milano - Tel. 02/3972.1
Officina di produzione: Bayer CropScience S.r.l. - Filago (BG);
SBM Formulation - St. Marcel - 13367 Marsiglia - Francia
Bayer CropScience AG - Industriepark Hoechst, Francoforte - Germania
Bayer CropScience S.L. - Quart de Poblet (Valencia) - Spagna
Bayer CropScience France S.A.S. - Villefranche - Francia
SBM Formulation - St. Marcel - 13367 Marsiglia - Francia/ Officina di confezionamento:
Diachem S.p.A. - Unità produttiva SIFA - Caravaggio (BG)
Isagro S.p.A. - Agrilia (LT)

Registrazione n° 4426 del 29/7/1981 del Ministero della Sanità
Contenuto netto: 10 - 250 mL / 1 - 3 - 5 L
Partita N°

INFORMAZIONI PER IL MEDICO
Deltametrina: blocca la trasmissione nervosa iperstimolando pre- e post-sinapticamente le terminazioni neuronali. Particolare sensibilità da parte di pazienti allergici ed asmatici, nonché dei bambini.
Sintomi a carico del SNC: tremori, convulsioni, atassia, irritazione della via aerea; rinite, tosse, broncospasmo e dispnea; reazioni allergiche scatenanti: anafilassi, ipertermia, sudorazione, edemi cutanei, collasso vascolare periferico.
Terapia: sintomatica e di rianimazione.
N.B. diluenti (idrocarburi) possono provocare broncopneumoniti chimiche, aritmie cardiache.

CARATTERISTICHE
DECIS è un insetticida che agisce per contatto e ingestione, con ampio spettro di attività contro gli insetti nocivi. Dotato di una rapida azione iniziale, consente una protezione dei vegetali sufficientemente duratura con una grande sicurezza d'impiego.

DOSE E MODALITÀ D'IMPIEGO
(ml/litri d'acqua)

Frutticoltura (melo, pero, pesco, albicocco, susino, ciliegio): contro psilla ml 75, afide verde del melo, afide del pesco (Myzus spp., Hyalopteris spp., Brachycaudus persicae) ml 30-50, oociniglia di S. Jose' ml 50-75 (in trattamenti estivi contro neanidi mobili). Contro carpocapsa ml 30, cidia e anarsia ml 50-70, capua, cacocia ed altri tortricidi ml 30-50, microlepidotteri del melo e del pero ml 30-50. Contro anthonom, maggiolino, tentredini, tripidi, oedonidi e mosca della frutta ml 30-50.

Viticoltura: contro tipole ml 40-50, piralide, nottue, cicale, afidi, sigarajo ml 30-50.

Agrumicoltura: contro afidi ml 40-50, aleurodidi e Saissetia ml 40-60, mosca degli agrumi ml 50.

Olivicoltura: contro Saissetia ml 40-50, tipola (Prays oleae) e tripide ml 50, mosca delle olive ml 50, in trattamento preventivo.

Orticoltura (asparagi, carciofo, cavoli, lattughe e simili, rucola, spinaci, cipolla, porro, cetrioli, melanzane, pomodori, peperoni, piselli, fagioli, fagiolini, fave, carote, sedani, patate, fragole): contro dorifora, altiche, cavolaia, nottue, tripidi e tentredini ml 30, afidi, aleurodidi, cimici, piralide, casside, tipola, mosca e depressaria ml 50.

Cereali:
- **mais** (trattamenti primavera-estivi): contro nottue e tripidi ml 30, afidi, cimici, piralide e diatrotica ml 50.
- **frumento** (trattamenti primavera-estivi): contro nottue, tripidi e afidi ml 30, cimici ml 50.
- **frumento, orzo** (trattamenti autunnali): contro afidi vettori del nanismo giallo 0,3-0,5 l/ha, allo stadio di 1-3 foglie, ripetendo, se necessario, il trattamento dopo 15 giorni circa.

Barbabetola da zucchero: contro altiche e nottue ml 30, cionone e lisso ml 50.
Colza: contro altiche e melgate ml 30, afidi e punteruoli ml 50.
Soia: contro nottue, cimici, tortricidi, vanessa e altica ml 30, afidi ml 50.
Tabacco: contro nottue, afidi, tripidi, pulce (Epirix) 0,3-0,5 l/ha.
Cotone: contro nottue, piralide, tipola, cicale, mosca, tyvis ml 30.
Funghi coltivati: contro ditteri e collemboli ml 30-50.

Medicai: contro cavallette ml 500/ha, intervenendo sui nuovi ricacci, 5-10 giorni dopo lo sfalcio. La necessità del trattamento deve venir previamente constatata dall'Autorità regionale preposta e il trattamento deve avvenire sotto il controllo della stessa.

Floricoltura (in campo o in serra): contro afidi, aleurodidi, tripidi, cetonie, maggiolino ml 50, tortricidi dei garofani (Bega e Epicoristode) ml 50-100.

Vivai e colture ornamentali in campo o in serra: contro afidi, cimice del platano (Corythuca), larve di lepidotteri, maggiolino ml 50.

ETICHETTA E FOGLIO ILLUSTRATIVO

Pioppo:

-in vivaio: contro gemmaiola e tarlo vespa ml 50, criptorinco ml 100.

-in piantagione: contro criptorinco ml 100, saperda ml 200, crisomelidi defogliatori (crisomela, crisomelidi minori e stilpnotide) ml 30-50.

Diluire la dose indicata di DECIS in poca acqua, versare nel serbatoio e portare a volume, mantenendo l'agitazione. Le dosi riportate si riferiscono a trattamenti a volume normale. Per trattamento a volume ridotto, aumentare la concentrazione in proporzione alla riduzione del volume di acqua, così da mantenere la stessa dose di principio attivo per ettaro.

DECIS agisce per contatto e ingestione, occorre pertanto eseguire un trattamento molto accurato badando a che la bagnatura sia il più uniforme possibile su tutta la vegetazione. In caso di vegetali di difficile bagnatura si consiglia l'aggiunta di Bagnante Adesivo Emefa (ml 10-20 per 100 litri di miscela). Per assicurare la migliore efficacia del trattamento intervenire precocemente prima che il parassita penetri nel vegetale o provochi accartocciamenti alle foglie.

COMPATIBILITÀ

DECIS è miscibile con i prodotti fitosanitari a reazione neutra. Per la miscela con fungicidi in polvere bagnabile è necessario aggiungere la dose di DECIS preventivamente diluita in acqua alla poltiglia fungicida già preparata, mantenendo l'agitazione. Avvertenza: in caso di miscela con altri formulati deve essere rispettato il periodo di carenza più lungo. Devono essere inoltre osservate le norme precauzionali prescritte per i prodotti più tossici. Qualora si verificassero casi di intossicazione informare il medico della miscelazione compiuta.

RISCHI DI NOCIVITÀ

Il prodotto è nocivo per gli insetti utili. Si consiglia di non trattare durante la fioritura.

SOSPENDERE I TRATTAMENTI 30 GIORNI PRIMA DEL RACCOLTO SU COLZA, 15 GIORNI PRIMA DEL RACCOLTO SU ERBA MEDICA, SOIA E COTONE, 7 GIORNI PRIMA DEL RACCOLTO SU CIPOLLA, PORRO, SEDANO E PATATA, 3 GIORNI PRIMA DEL RACCOLTO SULLE ALTRE COLTURE.

Attenzione da impiegarsi esclusivamente in agricoltura. Ogni altro uso è pericoloso. Chi impiega il prodotto è responsabile degli eventuali danni derivanti da uso improprio del prodotto. Il rispetto delle predette istruzioni è condizione essenziale per assicurare l'efficacia del trattamento e per evitare danni alle piante, alle persone ed agli animali.

Avvertenze

Da non applicare con mezzi aerei.

Per evitare rischi per l'uomo e per l'ambiente seguire le istruzioni per l'uso.

Non contaminare altre colture, alimenti, bevande e corsi d'acqua.

Da non vendersi sfuso.

Smaltire le confezioni secondo le norme vigenti.

Il contenitore completamente svuotato non deve essere disperso nell'ambiente.

Non operare contro vento.

Il contenitore non può essere riutilizzato.

Non contaminare l'acqua con il prodotto o il suo contenitore. Non pulire il materiale d'applicazione in prossimità delle acque di superficie. Evitare la contaminazione attraverso i sistemi di scolo delle acque dalle aziende agricole e dalle strade.



© Marchio registrato

17.03.08

vecchia etichetta



La resistenza agli insetticidi

Luciana Tavella — Grugliasco, 9 febbraio 2024

ETICHETTA E FOGLIO ILLUSTRATIVO

EPIK® SL

Insetticida-aficida sistemico
in formulazione liquida

Classificazione ITRAC: Gruppo 4A

EPIK SL - Composizione:
- Acetamiprid puro g 4,67 (±0,50 g/l)
- Conservanti e solventi: quanto basta g 100

INDICAZIONI DI PERICOLO
Sospetto di nuocere al feto (H361D), Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata (H410).

CONSIGLI DI PRUDENZA
Non disperdere nell'ambiente (P273). Indossare guanti/indumenti protettivi (P280). In caso di esposizione o di temuta esposizione, consultare un medico (P308+P313). Raccolgere la fontanella (P391). Smaltire il contenitore/recipiente in punti di raccolta per rifiuti pericolosi o speciali in accordo alla regolamentazione nazionale (P501).

Per evitare rischi per la salute umana e per l'ambiente, seguire le istruzioni per l'uso (EU1441).

TITOLARE DELLA REGISTRAZIONE
SIPCAM ITALIA S.p.A.
Sede legale: via Caracciolo 8 - Milano
Tel. +39 02/3553781

Officine di produzione o/o confezionamento:
SIPCAM OXON S.p.A. - Salerno sul Lambro (LO)
SIPCAM Inagra SA - Suseca (Spagna)
KOLLANT Srl - Vignone (VE)
ALTRAILER ITALIA S.r.l. - San Colombano al Lambro (MI)
INDUPHARMA S.R.L. - Via Seregaglia n. 40 - 35029 Arre (PD)

PRODOTO FITOSANITARIO
Autorizzazione Ministero della Salute n. 16325 del 26.02.2015

Distribuito da:
ITAL-AGRO S.r.l. - Salerno sul Lambro (Lodi)
Taglie: ml 1,5 - 3 - 5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 50 - 100 - 200 - 250 - 500
Litri 1 - 2 - 3 - 5 - 10 - 20
Parlita n.

© marchio registrato

PRESCRIZIONI SUPPLEMENTARI

Non contaminare l'acqua con il prodotto o il suo contenitore. Non pulire il materiale d'applicazione in prossimità delle acque di superficie. Evitare la contaminazione attraverso i sistemi di scolo delle acque dalle aziende agricole e dalle strade. Usare guanti adatti durante le operazioni di miscelazione e carico del prodotto. Indossare guanti, tuta protettiva standard e calzature antirifonditive (o stivali di sicurezza) durante l'applicazione del prodotto. Non rientrare nelle aree trattate prima che la coltura risulti completamente asciutta. Indossare guanti e abbigliamento da lavoro prima di effettuare eventuali lavori manuali sulle colture trattate.

Per proteggere gli organismi acquatici seguire le seguenti misure di mitigazione:
- rispettare una fascia non trattata dai corpi idrici superficiali di 30 metri per pomaceo e pesco, nettarine, nocciolo⁽¹⁾, noce⁽²⁾, mandorlo⁽²⁾, albicocco, susino, silfio, amarena e prugnolo, 20 metri per agrumi, vite da vino e da tavola, fragole, lampone e more di rovo, ribes⁽¹⁾ e mirtillo⁽²⁾;
- rispettare una fascia vegetata non trattata dai corpi idrici superficiali di 20 metri per olivo, lattughe e simili, spinaci e simili ed erbe fresche, 10 metri per solanacee, cucurbitacee con buccia commestibile, cucurbitacee con buccia non commestibile, cavoli ad infiorescenza, cavolo rapa⁽²⁾, cavoli a testa⁽²⁾, legumi freschi e da granella, careofilo, patata, barbabietola da zucchero e da seme⁽²⁾, frumento, tabacco, floreali ed ornamentali e vivai di piante madri di vite.

Per proteggere gli uccelli evitare l'irrigazione mediante asperione degli ortaggi a foglia fino ad un giorno dopo l'applicazione.
INFORMAZIONI PER IL MEDICO
In caso di intossicazione chiamare il medico per i consigli interventi di primo soccorso.
AVVERTENZA: consultare un Centro Antiveleni.

CARATTERISTICHE
EPIK SL agisce sui più importanti fitofagi ad apparato boccale pungente-succhiante e ad apparato boccale masticatore. Il prodotto agisce prevalentemente per ingestione.
Caratterizzato da attività citotropica-translocinaria e da elevata sistemica, EPIK SL, consente anche la difesa degli organi vegetativi sviluppati dopo il trattamento.

COLTURE, DOSI E MODALITÀ D'IMPIEGO
Le dosi vengono riportate sia in mL/ha, che in L/ha per l'utilizzo di volumi normali. Per l'impiego a volumi ridotti con attrezzature idonee rispettare sempre e comunque le dosi ad ettaro riportate in etichetta. Impiegare le dosi maggiori con forti intensità di pressione degli insetti. Non superare la dose massima ad ettaro indicata.

COLTURA	FITOFAGI	DOSE	Giorni pre raccolta
Agrumi (arancio, mandarino, clementine ed altri ibridi, limone, bergamotto, cedrina, pompelmo, tangerina, limetta, chinotto, arancio amaro, mapo, tangelo)	Afidi, Aleurodidi (<i>Alexoratus</i> sp., <i>Alexoratus</i> sp.), Cimici (<i>C. arvensis</i> , etc.), Mosca (<i>C. capitata</i>), Mirintrae serpentina, Cocciniglia (<i>Planococcus</i> sp., <i>Aonidiella</i> sp.), <i>Bactericera dorsalis</i> , <i>Bactericera dorsalis</i>	100-150 mL/ha (2 L/ha)	14
Ribes ⁽¹⁾ e Mirtillo ⁽²⁾	Cocciniglia (<i>Planococcus</i> sp.)	100-150 mL/ha (1,5 L/ha)	7
Nocciolo ⁽²⁾	Cimice asiatica (<i>Halyomorpha halys</i>)	100-150 mL/ha (1,5 L/ha)	14
Noce ⁽²⁾	Cimice asiatica (<i>Halyomorpha halys</i>), Afidi	100-150 mL/ha (2 L/ha)	14
Mandorlo ⁽²⁾	Afidi e cimicetta	100-150 mL/ha (2 L/ha)	14
Pomacee (melo, pero, cotogno, nespolo)	Afidi (compresi Afide lanigero, <i>E. lanigerum</i>), Muggolino (<i>M. melanosoma</i>), Mosca (<i>C. capitata</i>) <i>Popillia japonica</i>	100-150 mL/ha (2 L/ha)	14
Patate	Patte taldrù, Tentredini, Minatori fogliari (<i>Leucopetala</i> sp., <i>Lithocolletus</i> sp., <i>Phyllocorypa</i> sp. A, <i>Cicadella</i> , <i>Meteula</i> , <i>Autopsylla</i> sp., Cimici (compresi <i>Halyomorpha halys</i>)	100 mL/ha (1,5 L/ha)	14
Pesoce, Nettarine, Albicocco, Susino, Ciliegio, Anziano, Prugnolo	Afidi, Mosche (<i>C. capitata</i> , <i>P. caryana</i>), <i>Drosophila suzukii</i> , Tortrice (<i>Carposia reana</i>) <i>Popillia japonica</i> , <i>Bactericera dorsalis</i>	130-200 mL/ha (2 L/ha)	14

(1) Periodo di autorizzazione dal 10.05.2023 al 6.09.2023
(2) Periodo di autorizzazione dal 18.04.2023 al 15.08.2023

Etichetta autorizzata con D.D. del 10 maggio 2023

ETICHETTA E FOGLIO ILLUSTRATIVO

COLTURA	FITOFAGI	DOSE	Giorni pre raccolta
Minatori fogliari, Cicaline (<i>Empoasca</i> sp., <i>Z. flammigera</i> , <i>C. viridis</i>), Metcalfa, Miridi, Cimici (compresi <i>Halyomorpha halys</i>)	100 mL/ha (1,5 L/ha)		
Vite (da vino e da tavola)	Cocciniglia (<i>Planococcus</i> sp., <i>Helioecoccus</i> sp., <i>Parthenocleonus</i> sp.), Mosca (<i>C. capitata</i>), <i>Drosophila suzukii</i> , Fillossera, Afidi, Tripidi, insetti (schiso) <i>F. occidentalis</i> su uva da tavola), Aleurodidi (<i>Aleurococcus</i> sp.), Tignola e Tignoletta <i>Popillia japonica</i>	200 mL/ha (2 L/ha)	14
	Cicadellidi (<i>Empoasca</i> sp., <i>Z. thummi</i> , <i>S. thummi</i> , <i>H. abdicata</i>), Minatori fogliari (<i>Autopsylla</i> sp., <i>Holozanaysa</i> sp.), Cimici, <i>Anomala vitis</i> , <i>Meloidotha</i> sp., <i>Meteula</i>	150 mL/ha (1,5 L/ha)	
Lampone, More di rovo	<i>Drosophila suzukii</i> , Afidi, Cicaline (<i>A. decedens</i>), Antonomo (<i>A. rabbi</i>), Metcalfa e Cimici <i>Popillia japonica</i>	180-220 mL/ha (1,8 L/ha)	7
Olivio	Mosca (<i>Bactericera tiliae</i>), Tignola (<i>Prays oleae</i>), Spottacchiana (<i>Phloeana spinaria</i>) <i>Cocciniglia</i> fogliare dell'olivio (<i>Aspidiotera oleae</i>)	150 mL/ha (1,5 L/ha)	21
Fragola Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi, Cicaline, <i>Drosophila suzukii</i> , Antonomo	125-150 mL/ha (1,25 L/ha)	3
Solanacee (pomodoro, melanzana, peperone) Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi, Tripidi, Dorifera, Miridi, Minatori fogliari (<i>Leremaia</i> sp.), Cimici (<i>N. viridula</i> , <i>P. prasinus</i> , etc.), Cicadellidi (<i>Empoasca</i> sp., <i>H. abdicata</i>) <i>Popillia japonica</i> , <i>Bactericera dorsalis</i>	200-250 mL/ha (2 L/ha)	7 (pieno campo) 3 (sema)
	Pinalide	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	
Cucurbitacee con buccia non commestibile (Melone, Cocomero, Zucca, etc.) Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi <i>Popillia japonica</i> , <i>Bactericera dorsalis</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	14
Cucurbitacee con buccia commestibile (Cetriolo, Zucchini, etc.) Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	7 (pieno campo) 3 (sema)
Barbabietola da zucchero e da seme ⁽²⁾	Afidi	160 mL/ha (1,6 L/ha)	45
Lattughe Pieno campo e sema	Afidi, Alica, Cicaline, Minatori fogliari, Tripidi, Miridi <i>Popillia japonica</i>	200-250 mL/ha (2 L/ha)	10 (pieno campo) 8 (sema)

(1) Periodo di autorizzazione dal 10.05.2023 al 6.09.2023
(2) Periodo di autorizzazione dal 18.04.2023 al 15.08.2023

COLTURA	FITOFAGI	DOSE	Giorni pre raccolta
Spinaci e simili Pieno campo	Afidi, Alica, Cicaline, Minatori fogliari, Tripidi, Miridi <i>Popillia japonica</i>	200-250 mL/ha (2 L/ha)	10
Dolcetta, Rucola, Prodotti baby leaf (compresi le brassicacee) Pieno campo e serra	Afidi, Alica, Cicaline, Minatori fogliari, Tripidi, Miridi <i>Popillia japonica</i>	200-250 mL/ha (2 L/ha)	10 (pieno campo) 5 (serra)
Erbe fresche (cerfoglio, erba cipollina, foglie di sedano, prezzemolo, salvia, rosmarino, timo, basilico, foglie di alloro, etc.) Pieno campo e serra	Afidi, Cicaline, Minatori fogliari, Miridi <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	10 (pieno campo) 5 (serra)
Carciofo	Afidi	150-250 mL/ha (1,5 L/ha)	7
Cavoli a infiorescenza (cavoli broccolo, cavolfiori, etc.)	Afidi, Alica, Cimici	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Cavoli a testa ⁽²⁾	Alica	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Cavolo rapa ⁽²⁾	Alica	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Legumi Freschi (Fagioli, Fagiolini, Piselli)	Afidi, Tripidi, Minatori fogliari	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Legumi da Granella (Fagioli, Piselli, Fave, Ceci e Cicerchia)	Afidi, Tripidi, Minatori fogliari	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Patata	Afidi, Dorifera, Miridi	150-250 mL/ha (1,5 L/ha)	14
Frumento	Afidi, Cimici, <i>Oulema</i> sp.	1 L/ha	28
Erba medica	Afidi, Fitocicta, <i>Aphis</i> sp.	0,5 L/ha	14
Tabacco	Afidi, Pike (<i>Pipita</i> sp.), <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	14
Citroce	Afidi	150-250 mL/ha (1,5 L/ha)	14
Floreali ed ornamentali Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi, Tripidi, Cimici, Cicaline, Minatori fogliari, Muggolino, Cicadellidi <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (1,5 - 2 L/ha)	-
Vivai di piante madri di Vite	Afidi, Fillossera, Cicadellidi, Cocciniglia (<i>Planococcus</i> sp., <i>Helioecoccus</i> sp.), Minatori fogliari (<i>Autopsylla</i> sp., <i>Phyllocorypa</i> sp., <i>Holozanaysa</i> sp.), <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	-
Colture Forastime (anitare esclusivamente alla produzione di materiale riproduttivo da seme) (cedri non sstinate ⁽¹⁾) Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi, Cimici, Tripidi, Alica, Cicadellidi, Minatori fogliari, Antonomo, <i>Cynalapa</i> sp., <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	-

(1) Periodo di autorizzazione dal 10.05.2023 al 6.09.2023
(2) Periodo di autorizzazione dal 18.04.2023 al 15.08.2023

Etichetta autorizzata con D.D. del 10 maggio 2023

ETICHETTA E FOGLIO ILLUSTRATIVO

Xela (*): Solanacee (Pomodoro, Melanzana, Peperone, etc.), Cucurbitacee con buccia non commestibile (Melone, Cocomero, Zucca, etc.), Cucurbitacee con buccia commestibile (Cetriolo, Zucchini, etc.), Lattughe e altre insalate comprese le Brassicacee (Spinaci e simili, Erbe fresche, Carciofo), Cavoli ad infiorescenza, Fagioli, Fagiolini, Fave, Piselli, Ceci, Lenticchie, Lupini, Cicerchie, Carciofo, Fava medica, Piumazzo.

AVVERTENZE AGRONOMICHE
Devieto di impiego in foratura. Sulle colture sopraddiccate non superare le 2 applicazioni per anno, ad eccezione di lattughe e simili, spinaci e simili ed erbe fresche, ribes⁽¹⁾ e mirtillo⁽¹⁾, cotone, tabacco, cavoli a testa⁽²⁾ e cavolo rapa⁽²⁾, barbabietola da zucchero e da seme⁽²⁾, nocciolo⁽²⁾ per le quali è consentita una sola applicazione per ciclo culturale.
Si raccomanda di assicurare una completa ed uniforme bagnatura su tutta la vegetazione, utilizzando volumi di acqua e pressioni di esercizio più elevate su colture di difficile bagnatura. In caso di applicazioni a volume ridotto aumentare la concentrazione della miscela al fine di mantenere la stessa dose di prodotto ad ettaro utilizzata nei trattamenti a volume normale.

PREPARAZIONE DELLA POLTIGLIA
Agitare accuratamente il prodotto prima dell'uso. Riempire la bottiglia dell'irroratore per il 30-50% del suo contenuto, versare la dose prestabilita tenendo costantemente in agitazione. Portare quindi la bottiglia a pieno volume.

COMPATIBILITÀ
In caso di miscela con formulati a base di sostanze attive di nuova introduzione, effettuare saggi preliminari di miscibilità prima di trattare su larga scala.

Avvertenza: in caso di miscela con altri formulati deve essere rispettato il periodo di carenza più lungo. Devono inoltre essere osservate le norme precauzionali prescritte per i prodotti più tossici. Qualora si verificassero casi di intossicazione, informare il medico della miscelazione compiuta.

FITOTOSSICITÀ
Su colture ornamentali e floreali, dato l'elevato numero di specie esistenti, effettuare piccoli saggi prima di passare a trattare superfici più ampie.

ATTENZIONE
Da impiegarsi esclusivamente per gli usi e alle condizioni riportate in questa etichetta. Chi impiega il prodotto è responsabile degli eventuali danni derivanti da uso improprio del preparato. Il rispetto di tutte le indicazioni contenute nella presente etichetta è condizione essenziale per assicurare l'efficacia del trattamento e per evitare danni alle piante, alle persone ed agli animali. Non applicare con i mezzi aerei. Operare in assenza di vento. Da non vendersi sfuso. Il contenitore completamente svuotato non deve essere disperso nell'ambiente. Il contenitore non può essere riutilizzato.

COLTURA	FITOFAGI	DOSE	Giorni pre raccolta
Spinaci e simili Pieno campo	Afidi, Alica, Cicaline, Minatori fogliari, Tripidi, Miridi <i>Popillia japonica</i>	200-250 mL/ha (2 L/ha)	10
Dolcetta, Rucola, Prodotti baby leaf (compresi le brassicacee) Pieno campo e serra	Afidi, Alica, Cicaline, Minatori fogliari, Tripidi, Miridi <i>Popillia japonica</i>	200-250 mL/ha (2 L/ha)	10 (pieno campo) 5 (serra)
Erbe fresche (cerfoglio, erba cipollina, foglie di sedano, prezzemolo, salvia, rosmarino, timo, basilico, foglie di alloro, etc.) Pieno campo e serra	Afidi, Cicaline, Minatori fogliari, Miridi <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	10 (pieno campo) 5 (serra)
Carciofo	Afidi	150-250 mL/ha (1,5 L/ha)	7
Cavoli a infiorescenza (cavoli broccolo, cavolfiori, etc.)	Afidi, Alica, Cimici	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Cavoli a testa ⁽²⁾	Alica	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Cavolo rapa ⁽²⁾	Alica	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Legumi Freschi (Fagioli, Fagiolini, Piselli)	Afidi, Tripidi, Minatori fogliari	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Legumi da Granella (Fagioli, Piselli, Fave, Ceci e Cicerchia)	Afidi, Tripidi, Minatori fogliari	160-250 mL/ha (1,6 L/ha)	14
Patata	Afidi, Dorifera, Miridi	150-250 mL/ha (1,5 L/ha)	14
Frumento	Afidi, Cimici, <i>Oulema</i> sp.	1 L/ha	28
Erba medica	Afidi, Fitocicta, <i>Aphis</i> sp.	0,5 L/ha	14
Tabacco	Afidi, Pike (<i>Pipita</i> sp.), <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	14
Citroce	Afidi	150-250 mL/ha (1,5 L/ha)	14
Floreali ed ornamentali Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi, Tripidi, Cimici, Cicaline, Minatori fogliari, Muggolino, Cicadellidi <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (1,5 - 2 L/ha)	-
Vivai di piante madri di Vite	Afidi, Fillossera, Cicadellidi, Cocciniglia (<i>Planococcus</i> sp., <i>Helioecoccus</i> sp.), Minatori fogliari (<i>Autopsylla</i> sp., <i>Phyllocorypa</i> sp., <i>Holozanaysa</i> sp.), <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	-
Colture Forastime (anitare esclusivamente alla produzione di materiale riproduttivo da seme) (cedri non sstinate ⁽¹⁾) Pieno campo e sema	Afidi, Aleurodidi, Cimici, Tripidi, Alica, Cicadellidi, Minatori fogliari, Antonomo, <i>Cynalapa</i> sp., <i>Popillia japonica</i>	200-300 mL/ha (2 L/ha)	-

(1) Periodo di autorizzazione dal 10.05.2023 al 6.09.2023
(2) Periodo di autorizzazione dal 18.04.2023 al 15.08.2023

Etichetta auto

nuova etichetta

Gestione della resistenza



LATEST RESOURCES

LOGIN

Resistance management for sustainable agriculture and improved public health

INTERNATIONAL REGIONAL PESTS CROPS **MODE OF ACTION** TEST METHODS TRAINING CENTRE

LATEST: *Insecticide Mixtures and Resistance Management – Update of Guidance* [READ MORE](#)



THE ROLE OF IRAC

IRAC is prolonging the effectiveness of insecticides, acaricides and traits by implementing insecticide resistance management strategies, countering the development of resistance in the three core sectors of traditional Crop Protection, Plant Biotechnology and Public Health.



[Crop Protection](#)



[Biotechnology](#)



[Public Health](#)

<https://irac-online.org/>

Ruolo dell'IRAC

- to keep all classes of pesticides as viable control by working in partnership with producers to manage agrochemical products in a sustainable manner
 - to **prolong the effectiveness** of insecticides, acaricides and traits by implementing insecticide resistance management strategies, countering the development of resistance in the three core sectors of traditional Crop Protection, Plant Biotechnology and Public Health
-
- ✓ Identifying the scope of the problems (survey)
 - ✓ Developing methods for monitoring resistance
 - ✓ Discovering how resistance occurs
 - ✓ Developing strategies to delay resistance
 - ✓ Disseminating information on management strategies
 - ✓ Establishing *ad hoc* working groups by crop or pests

MODES OF ACTION

The IRAC Mode of Action (MoA) Classification is the definitive global authority on the target site of insecticides. It is the basis of MoA labelling of insecticides worldwide and is an essential tool for the development of insecticide resistance management (IRM) strategies. For more information please visit the [MoA Team](#) page, and should you wish you are welcome to submit an active for classification by the IRAC MoA Team.

The colour scheme below associates mode of action into broad categories based on the physiological functions affected, as an aid to understanding symptomology, speed of action and other properties of the insecticides, and not for any resistance management purpose. Rotations for resistance management should be based only on the numbered mode of action groups.

■ Nerve & Muscle
 ■ Growth
 ■ Respiration
 ■ Midgut
 ■ Unknown or Non-Specific

Q FILTER BY MODE OF ACTION, CHEMICAL CLASS OR ACTIVE

1 ACETYLCHOLINESTERASE (AChE) INHIBITORS A CARBAMATES B OREA AND PHOSPHATES	2 GABA-GATED CHLORIDE CHANNEL BLOCKERS A CYCLODIENE ORGANOPHOSPHORUS B PHENYLPIRAZOLIS (FIPROLES)	3 SODIUM CHANNEL MODULATORS A PYRETHROIDS, PYRETHRINS B BOT, METHOXYCHLOR
4 NICOTINIC ACETYLCHOLINE RECEPTOR (nAChR) COMPETITIVE MODULATORS A NEONICOTINOIDS B NICOTINE C SULFOXYLOR D BUTEROLIDES	5 NICOTINIC ACETYLCHOLINE RECEPTOR (nAChR) ALLOSTERIC MODULATORS SPINOSYNS	6 GLUTAMATE-GATED CHLORIDE CHANNEL (GLICL) ALLOSTERIC MODULATORS AVERMECTINS, MILBEMICINS
9 MODULATORS OF CHORDONAL ORGANS B PYMETROGILIN C FLURICAMID	7 JUVENILE HORMONE ANALOGUES A JUVENILE HORMONE ANALOGUES B FENOXICARB C PIRIPROXYFEN	8 MISCELLANEOUS NON-SPECIFIC (MULTI-SITE) INHIBITORS A ALKYL HALIDES B CHLOROPICRIN C SULFURYL FLUORIDE D BORATES E TARTAR EMEIC F METHYL-ISOTHIOCYANATE GENERATORS
11 MICROBIAL DISRUPTORS OF INSECT MIDGUT MEMBRANES A BACILLUS THURINGIENSIS AND THE INTESTINAL PROTEINS THEY PRODUCE B BACILLUS SPHERICUS	10 MITL GROWTH INHIBITORS A DLOFENTEZIN, HEXYTHIAZOL, DIFLOVIDAZIN B ETOKAZOLE	12 INHIBITORS OF MITOCHONDRIAL ATP SYNTHASE A DIAFENTHURON B ORGANOIN MITOCIDEL C PROPARDFE D TETRADIFON
15 INHIBITORS OF CHITIN BIOSYNTHESIS, TYPE O BENZYLUREAS	13 UNCOUPLERS OF OXIDATIVE PHOSPHORYLATION VIA DISRUPTION OF THE PROTON GRADIENT CHLORFENAPHR, DNDC, SULFARAMID	17 MODULATING DISRUPTOR, DIPTERAN CYROMAZINE
18 ECDYSONE RECEPTOR AGONISTS DIACYLHYDRAZINES	14 NICOTINIC ACETYLCHOLINE RECEPTOR (nAChR) CHANNEL BLOCKERS NERESTONIN ANALOGUES	20 MITOCHONDRIAL COMPLEX III ELECTRON TRANSPORT INHIBITORS A HYDRAMETHYLON B ACEQUINOCL C FLIACOTPYRIM
21 MITOCHONDRIAL COMPLEX I ELECTRON TRANSPORT INHIBITORS A (METH)ACARICIDES AND INSECTICIDES B ROTENONE	16 INHIBITORS OF CHITIN BIOSYNTHESIS, TYPE I BURROFEDIN	22 VOLTAGE-DEPENDENT SODIUM CHANNEL BLOCKERS A INDOXACARB B METAFLLUMIZONE
	19 OXICODANINE RECEPTOR AGONISTS AMITRAJ	23 INHIBITORS OF ACETYL COA CARBOXYLASE TETRONIC AND TETRAMICACID DERIVATIVES
		24 MITOCHONDRIAL COMPLEX IV ELECTRON TRANSPORT INHIBITORS A PHOSPHINE B CYANIDES
		25 MITOCHONDRIAL COMPLEX II ELECTRON TRANSPORT INHIBITORS A BETA-KETONITRILE DERIVATIVES B CARBOXANILIDES
		28 RYANODINE RECEPTOR MODULATORS DIANILIDES
		UN COMPOUNDS OF UNKNOWN OR UNCERTAIN MOA AZADIRACTIN BENZOXIMATE BIFENAZATE BROMOPROPYLATE CHINOMETHIONAT DRYDUTE DICEDUL PIRIDALYL PIRFLUQUINAZON SULFUR LIME SULFUR

<http://www.irac-online.org/modes-of-action/>

La resistenza agli insetticidi

Luciana Tavella — Grugliasco, 9 febbraio 2024

Insecticide Resistance Action Committee
Mode of Action Classification

Key to Targeted Physiology

- Nerve & Muscle
- Growth & Development
- Respiration
- Midgut
- Protein Synthesis
- Unknown or Non-specific

Group 1: Acetylcholinesterase (AChE) inhibitors
(Only representative active of the group are shown)

1A Carbamates
1B Organophosphates

Group 2: GABA-gated chloride channel antagonists

2A Cyclodiene Organochlorines
2B Phenylpyrazoles (Fipronil)

Group 3: Sodium channel modulators
(Only representative active of group 3A are shown)

3A Pyrethroids
3B DDT, Methoxyflor

Group 4: Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) competitive modulators

4B Nicotins
4C Succinylcholine
4D Benzimidazoles
4E Pyridylidene
4F Neonicotinoids
4G Methanols

Group 5: Nicotinic-acetylcholine receptor (nAChR) allosteric modulators site I

5 Spirotrins

Group 6: Glutamate-gated chloride channel (GluCl) allosteric modulators

6 Avermectins & Milbemectins

Group 7: Juvenile hormone receptor modulators

7A Juvenile hormone analogues
7B Phenylacetylenes
7C Pyriproxyfen
7D Pyriproxyfen

Group 8: Miscellaneous non-specific (multi-site) inhibitors

8A Alkyl talitols
8B Chloranil
8C Fluorides
8D Borates
8E Tarsar acids
8F Methyl isothiocyanate generators

Group 9: Chondrolin organ TBPV channel modulators

9B Pyridinobenzothiazines
9C Pyriproxyfen

Group 10: Mitochondrial complex I electron transport inhibitors

10A Chloranil
10B Methoxyflor
10C Fluoropyrim
10D Difenoxin

Group 11: Microbial disruptors of insect midgut membranes

11A Bacillus thuringiensis
11B Bacillus sphaericus

Group 12: Inhibitors of mitochondrial ATP synthase

12A Chloranil
12B Organotin-ribidides
12C Fluopyrim
12D Tebufosin

Group 13: Uncouplers of oxidative phosphorylation via disruption of proton gradient

13 Pyridinobenzothiazines, Sulfoximide, Sulfoximide

Group 14: Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) channel blockers

14 Neonicotinoids

Group 15: Inhibitors of chitin biosynthesis affecting CHB1
(Only representative active of group are shown)

15 Benzoxazinones

Group 16: Inhibitors of chitin biosynthesis, type 1

16 Sulfoximide

Group 17: Waxing disruptors, Diaperin

17 Cyromazine

Group 18: Ecdysone receptor agonists

18 Diacylhydrazines

Group 19: Octopamine receptor agonists

19 Acetazot

Group 20: Mitochondrial complex III electron transport inhibitors - Qo site

20A Hydramethylnon
20B Acetamiprid
20C Fluopyrim
20D Diflucyprazine

Group 21: Mitochondrial complex I electron transport inhibitors

21A METI acaricides and insecticides
21B Rotenone

Group 22: Inhibitors of acetyl-CoA carboxylase

22 Tenuin & Tenuin acid derivatives

Group 23: Mitochondrial complex II electron transport inhibitors

23A Carbonyl phosphates
23B Phosphates
23C Cyanides

Group 24: Mitochondrial complex IV electron transport inhibitors

24A Phosphates
24B Cyanides

Group 25: Mitochondrial complex I electron transport inhibitors

25A beta-ketolactone derivatives
25B Carbonyl phosphates

Group 26: Mitochondrial complex II electron transport inhibitors

26A Phosphates
26B Cyanides

Group 27: Ryanodine receptor modulators

27A Ryanodine
27B Ryanodine

Group 28: Chondrolin organ neonicotinoid inhibitors

28 Flonicamid

Group 29: GABA-gated chloride channel allosteric modulators

29A beta-ketolactone derivatives
29B Carbonyl phosphates

Group 30: Mitochondrial complex II electron transport inhibitors - Qc site

30A Carbonyl phosphates
30B Carbonyl phosphates

Group 31: Baculoviruses

31 Granuloviruses & Nucleopolyhedroviruses

Group 32: Nicotinic Acetylcholine receptor (nAChR) allosteric modulators site II

32 Gossypol
32B Gossypol
32C Gossypol

Group 33: Calcium-activated potassium channel (KCa2) modulators

33 Acetylcholinesterase

Group 34: Mitochondrial complex II electron transport inhibitors - Qi site

34 Flonicamid

Group 35: RNA interference mediated target suppression

35 Lepidoptera

Group 36: Chondrolin organ modulators - undefined target site

36 Diacylhydrazines

UN: Unknown or uncertain mode of action

UNF Fungal agents
UNB Bacterial agents (non-BI)
UNM Non-specific mechanical and physical disruptors
UNE Botanical essence including essential oils, extracts and unsifted oils

Use of Sub-Groups:

- Sub-groups represent distinct structural classes which are believed to have the same mode of action.
- Sub-groups provide differentiation between compounds that may bind at the same target site but are structurally different enough that risk of metabolic cross-resistance is lower than for close chemical analogs.
- Cross-resistance potential between sub-groups is higher than between groups, so rotation between sub-groups should be considered only when there are no alternatives, and only if cross-resistance does not exist, following consultation with local expert opinion. These exceptions are not sustainable, and alternative options should be sought.

Disclaimer: While CropLife International and IRAC make every effort to present accurate and reliable information, they do not guarantee the accuracy, completeness, efficacy, timeliness, or correct sequencing of this information. Inclusion of active ingredients on the IRAC Code List is based on scientific evaluation of their mode of action; it does not provide any kind of endorsement for the use of a product or a judgment on efficacy. CropLife International and IRAC are not responsible for, and expressly disclaim all liability for, damages of any kind arising out of use, reliance on, or reference to information provided. Listing of chemical classes or moieties of action must not be interpreted as approval for use of a compound in a given country. Prior to implementation, each user must determine the current registration status in the country of use and strictly adhere to the uses and instructions approved in that country.

Poster Notes:

- Sub-group 3B: DDT is no longer used in agriculture and therefore this is only applicable for the control of insect vectors of human diseases, such as mosquitoes, because of a lack of alternatives.
- Sub-group 10A: Hexythiazox is grouped with Chloranil because they exhibit cross-resistance even though they are structurally distinct. Ethionazine has been added to this group because it is a close analogue of Chloranil and is expected to have the same mode of action.
- Group 20: While there is strong evidence that Diflucyprazine acts on the Qo site of Mitochondrial Complex III and some Bifenthrin resistance mutations confer cross-resistance to Acetamiprid, the sites of action of Fluopyrim and Hydramethylnon have not been determined.
- Groups 36 & 37 are unassigned.
- In some cases, only representative actives are shown.
- Because of documented cross-resistance between diacylhydrazines and acetamiprid, these active ingredients should not be rotated after each other in an IRM program.

CropLife Y

IRAC document protected by © Copyright 2024. Poster/Classification Version Edition: 11.1, January 2024. Visit www.irc-online.org

Gestione della resistenza



LATEST RESOURCES

LOGIN

Search...

Resistance management for sustainable agriculture and improved public health

INTERNATIONAL REGIONAL **PESTS** CROPS MODE OF ACTION TEST METHODS TRAINING CENTRE

LATEST: *Insecticide Mixtures and Resistance Management – Updated Guidance* [READ MORE](#)



THE ROLE OF IRAC

IRAC is prolonging the effectiveness of insecticides, acaricides and traits by implementing insecticide resistance management strategies, countering the development of resistance in the three core sectors of traditional Crop Protection, Plant Biotechnology and Public Health.



[Crop Protection](#)



[Biotechnology](#)



[Public Health](#)

<https://irac-online.org/pest-library/>

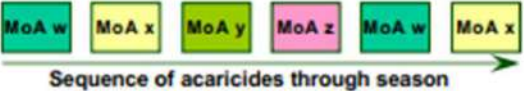
IRAC: per la resistenza agli acaricidi

- usare prodotti dello stesso gruppo **solo una volta** per stagione e per coltura

Effective IRM strategies: Sequences or alternations of MoA

All effective pesticide resistance management strategies seek to minimise the selection of resistance to any one type of pesticide. In practice, alternations, sequences or rotations of compounds from different MoA groups provide sustainable and effective resistance management for acarine pests. This ensures that selection from compounds in the same MoA group is minimised, and resistance is less likely to evolve.

Applications are often arranged into MoA spray windows or blocks that are defined by the stage of crop development and the biology of the pest species of concern. Local expert advice should always be followed with regard to spray windows and timings. Several sprays may be possible within each spray window but it is generally essential to ensure that successive generations of the pest are not treated with compounds from the same MoA group. Metabolic resistance mechanisms may give cross-resistance between MoA groups, and where this is known to occur, the above advice must be modified accordingly. IRAC also provides general recommendations for resistance management tactics regarding specific MoA groups.



Sequence of acaricides through season

- per il primo trattamento della stagione scegliere un prodotto di classe diversa da quella dell'ultimo trattamento della stagione precedente
- evitare di mescolare prodotti dello stesso gruppo
- impiegare i prodotti **alla dose e nel momento corretti**
- in caso di insuccesso dell'intervento acaricida, non utilizzare un prodotto dello stesso gruppo
- ridurre gli effetti residuali per insetti e acari predatori
- effettuare **campionamenti** per rilevare precocemente eventuali fenomeni di resistenza



Insecticide Resistance Action Committee

Maintaining Effective Control Strategies for Codling Moth, *Cydia pomonella*

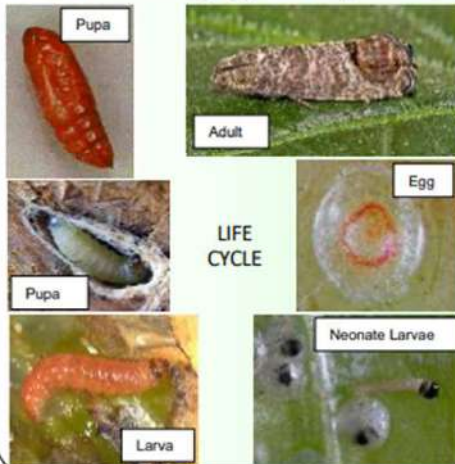
www.irc-online.org

Introduction, life cycle and control

Codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) is one of the most serious insect pest of apple and can also infest pear, crab apple, quince, walnut and other fruits. Codling moth is native to south eastern Europe and is now a pest in areas of Africa, Asia, North America, South America, Australia and New Zealand.

Depending on geographic location, Codling moth has one to three generations per year. It overwinters in the pupal stage in protected areas on the trunk or in leaf litter at the base of trees. Timely, effective control is critical because females emerge with mature eggs and can mate and lay eggs within a two-day period. Codling moth neonate larvae cause direct injury by boring into fruit, inside the fruit, the larvae feed and grow, which can result in significant crop losses.

Integrated Pest Management IPM is widely practised in countries to control Codling Moth. It uses a range of tactics including 1. Agronomic sanitation, e.g. removal of dropped fruit, 2. Scouting or pheromone trapping, or local weather models to evaluate when pest numbers reach intervention thresholds. 3. Mating disruption by sex pheromone to confuse male moths, reduces egg laying. 4. Application of biological or chemical insecticides to target eggs and / or newly hatched larvae.



Typical Larval Infestation and Damage



Chemical control of Codling Moth

Modes of Action (MoA)

Many products and MoA are used globally to control Codling Moth (listed below), although fewer effective MoA are generally available locally due to limited product registrations and development of resistance to some chemical classes. Consult with local experts and authorities to find out MoAs available.

MoA	Primary Target Site	Chemical Class	Example product
1A	Acetylcholinesterase inhibitors	Carbamates	Carbaryl, Methomyl
1B	Acetylcholinesterase inhibitors	Organo-phosphates	Azinphos-methyl, Chlorpyrifos, Disulfoton, Malathion, Permethrin, Phosmet, Phosalone, etc.
3A	Sodium channel modulators	Pyrethroids	Bifenthrin, Cyfluthrin, Delta-Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Etofenprox etc.
4A	Nicotinic acetylcholine receptor agonists	Neurotoxins	Acetamiprid, Thiacloprid
5	Nicotinic acetylcholine receptor allosteric modulators	Spinosyns	Spinosad, Spinetoram
6	Chloride channel activators	Avermectins	Emamectin-benzate
7B	Juvenile hormone mimics	Phenoxypiperonyl-ethoxy-carbamate	Fenoxycarb
15	Chitin biosynthesis inhibitors, type B	Benzoylureas	Diflubenzuron, Flufenoxuron, Lufenuron, Novaluron, Teflubenzuron, Triflumuron, etc.
18	Ecdysone agonists	Diacryhydazines	Tebufenozide, Methoxyfenozide
22A	Voltage-dependent sodium channel blockers	Oxadiazines	Indoxacarb
28	Ryanodine receptor modulators	Diamides	Flubendiamide, Chlorantraniliprole, Cyantraniliprole, Tolfenlarvate
30	GABA-gated chloride channel modulators	Mite-diamides, flucoronolines	Broflanilide, Fluometamide
31	Baculoviruses	Granuloviruses	<i>Cydia pomonella</i> GV

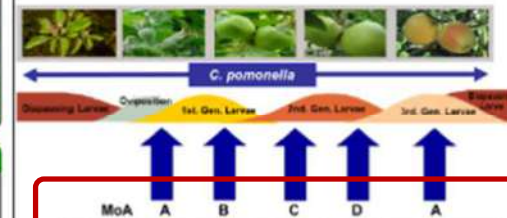
Resistance Mechanisms - refer to www.irc-online.org/pests/

Acquired insensitivity to a specific insecticide may result from different types of resistance mechanisms including:

- Metabolic resistance, usually modified enzymatic activities e.g. MFO, GST, EST are the most common types in *C. pomonella* and can be major concern as may affect many products and MoA, although expression varies between products.
- Target-site resistance, e.g. KDR, MACE
- Adaptation, such as reduced skin penetration and behavioural changes

IRM Strategy for Codling Moth

Rotate Different Modes of Action Within And Between Generations



Codling Moth Resistance Management

To slow down the development of insecticide resistance, use a combination of all available pest management (IPM) and resistance management (IRM) tools to decrease Codling Moth exposure to insecticides.

- Always follow the directions for use on the label of each product.
- Consult product label or the IRAC's website www.irc-online.org to determine the mode of action MoA of each product.
- Do not treat successive generations with products of the same MoA.
- Follow the "treatment windows" approach.
- A "treatment window" is the period of residual activity provided by single or sequential applications of products with the same MoA. The "treatment window" should be approximately 30 days (generally used as the length of an insect pest generation) but can be less. In a "window" make no more than 2 applications of products from the same MoA.
- Following this treatment period rotate in approximate 30 day "windows" with effective insecticides of different MoA as required". See IRM example above.
- Generally, the total exposure period of products representing a single MoA applied throughout the cropping cycle should not exceed approximately 50% of the crop cycle or exceed 50% of the total number of insecticide applications targeted at the same pest species.
- Apply insecticides only when needed based on economic thresholds.



Parameters: Selecting multiple parameters from same category is treated as OR

Country: [Italy X]

<https://www.pesticideresistance.org/search.php>

Genus Species	Taxonomy (family - order)	Common Name(s)	# Cases	Group
aedes albopictus	culicidae diptera	asian tiger mosquito, forest day mosquito	10	MED
amblyseius andersoni	phytoseiidae acari	predatory mite	1	PAR
amblyseius potentillae	phytoseiidae acari	predatory mite	4	PAR
anopheles labranchiae	culicidae diptera	anopheles mosquito	1	MED
aphis gossypii	aphididae homoptera	melon and cotton aphid	5	AG
bemisia tabaci	aleyrodidae homoptera	sweetpotato whitefly	1	AG
cimex lectularius	cimicidae hemiptera	bed bug	2	MED
culex pipiens	culicidae diptera	house mosquito	4	MED
culex pipiens pipiens	culicidae diptera	house mosquito	7	MED
cydia pomonella	tortricidae lepidoptera	codling moth	1	AG
Kampimodromus aberrans	phytoseiidae mesostigmata	predatory mite	13	
leptinotarsa decemlineata	chrysomelidae coleoptera	colorado potato beetle	5	AG
lobesia botrana	tortricidae lepidoptera	european grapevine moth	1	AG
musca domestica	muscidae diptera	house fly	4	MED
myzus persicae	aphididae homoptera	green peach aphid	23	AG
oryzaephilus surinamensis	cucujidae coleoptera	saw-toothed grain beetle	1	AG
panonychus ulmi	tetranychidae acari	european red mite	2	AG
piophilidae casei	piophilidae diptera	cheese skipper	1	MED
psylla pyricola	psyllidae homoptera	pear psylla	1	AG
stomoxys calcitrans	muscidae diptera	stable fly	2	MED
tetranychus urticae	tetranychidae acari	twospotted spider mite	1	AG
trialeurodes vaporariorum	aleyrodidae homoptera	greenhouse whitefly	1	AG
varroa jacobsoni	varroidae acari	varroa mite	10	AG

In conclusione

La resistenza è un processo dinamico e le informazioni sono spesso frammentarie

➔ necessario

- ✓ mantenere un costante monitoraggio
- ✓ definire e aggiornare le tecniche di diagnosi
- ✓ adeguare le formulazioni ed eventualmente aggiungere sinergizzanti, ecc.
- ✓ “migliorare” le strategie di difesa

Grazie dell'attenzione!