UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA
DiGeSA
Dipartimento di Gestione
dei Sistemi Agroalimentari e Ambientali

Nuovi orientamenti per il controllo integrato di fitofagi delle colture ortive in serra

Giovanna Tropea Garzia
DIGESA - sez. Entomologia applicata

CORSO DI FORMAZIONE PER LA SPECIALIZZAZIONE DI TECNICI DELL'ORTICOLTURA IN SERRA SOSTENIBILE
Cofinanziato dal programma LIFE +Progetto LIFE11 NAT/IT/00232 - Leopoldia
GELA, 14 Febbraio 2014

La difesa delle colture e…..non solo

Time Magazine
(June 30, 1947)

- Fino alla II guerra mondiale **uso esclusivo della lotta chimica**
- 1948 Premio Nobel a P.H.Müller per le proprietà insetticide del **DDT**

Pest

Any organism which adversely affects man, his crops, his livestock, or anything that he considers to be of value.

Pest control

is a corrective measure, used when pests are already a problem. It mainly relies on pesticides, and often attempts to reduce pest populations to the lowest possible level or to eradicate them completely.

Pest Management

includes preventative methods as well as corrective measures, and manages the population of a pest so that it is below damaging levels.

Integrated Pest Management

"IPM is the combination of all appropriate practices into a single plan for crop and pest management that optimises input use to reduce pests and damage to an acceptable level, maximise yield, and minimise negative effects."

Effetti secondari dei "pesticidi"

Contaminazione degli ambienti ecologici

bioaccumulo

effetti sulla fauna selvatica

Azione negativa sulle biocenosi

pressione selettiva e resistenza

effetti sugli impollinatori e ausiliari

insorgenza fitofagi secondari

trofobiosi sugli acari fitofagi

Tossicità dei residui

rischi di tossicità acuta

rischi di tossicità cronica

La buona agricoltura non ammette furti, importazioni illegali e contraffazioni

Dicendo stop agli agrofarmaci illegali vogliamo preservare tutti gli operatori della filiera dai rischi legati all'utilizzo di agrofarmaci alterati o fuorilegge:

- deterioramento dell'immagine dell'intera agricoltura italiana;
- rischio per la salute degli operatori e dell'ambiente;
- danno economico e alla competitività delle imprese;
- sostegno di attività malavitose;
- impossibilità di garantire al cittadino la sicurezza del cibo che porta in tavola.

Agrofarma si impegna, al fianco delle Forze dell'Ordine e di tutti coloro che concorrono a portare cibo sano e sicuro sulle tavole degli italiani, nella lotta contro il commercio illegale di agrofarmaci.

La **sicurezza alimentare dei prodotti agricoli** nasce dalla certezza che gli agrofarmaci utilizzati nelle coltivazioni rispettino i requisiti di legge.

Solo in questo modo, infatti, **i prodotti agricoli possono essere controllati dal campo alla tavola,** con conseguente rispetto delle norme di legge e del consumatore.

PER DIRE STOP AGLI AGROFARMACI ILLEGALI, FAI UNA SEGNALAZIONE ANONIMA AL NUMERO

CHIAMATA GRATUITA
NUMERO VERDE
800-913083

Insieme possiamo vincere anche questa battaglia

Federchimica Agrofarma
(Associazione nazionale imprese agrofarmaci)
Via Giovanni da Procida, 11
20149 Milano
agrofarma@federchimica.it

STOP AGLI AGROFARMACI ILLEGALI

http://www.salute.gov.it/portale/home.html

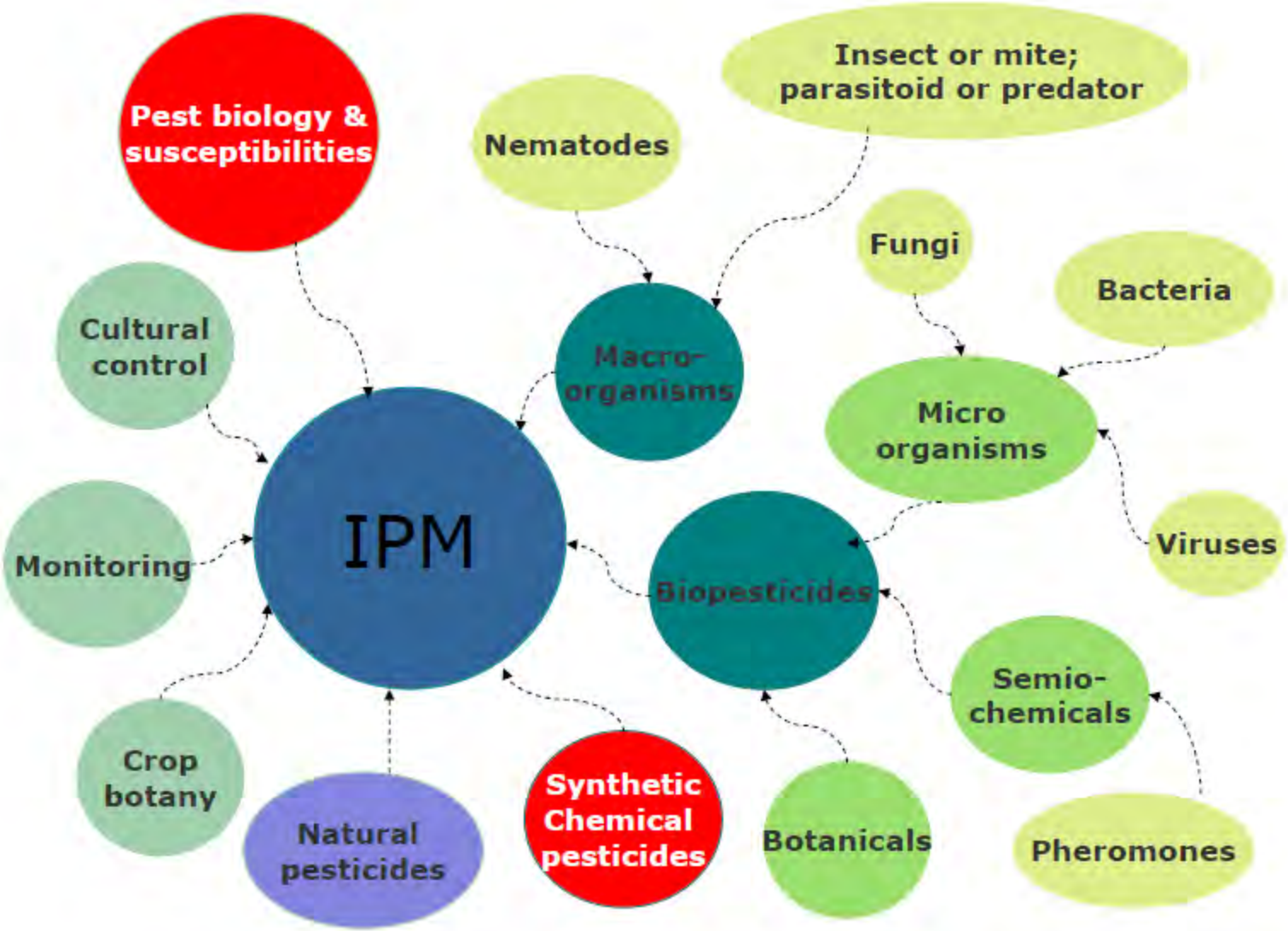
http://fitogest.imagelinenetwork.com/

Dal chimico all'integrato

- Introduzione dei metodi di produzione "ECOCOMPATIBILI" tramite la riduzione degli imput chimici
- Favorire le produzioni di tipo "INTEGRATO"

Agricoltura Sostenibile

comprende tutte le tecniche che riducono l'impatto chimico applicate in campo agricolo


Pest biology & susceptibilities
Nematodes
Insect or mite; parasitoid or predator
Fungi
Bacteria
Cultural control
Macro-organisms
Micro organisms
IPM
Monitoring
Biopesticides
Viruses
Semio-chemicals
Crop botany
Natural pesticides
Synthetic Chemical pesticides
Botanicals
Pheromones

Normativa Europea

REG. CE N. 1107/2009 immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari

DIRETTIVA 2009/127/CE macchine per l'applicazione di pesticidi

REG. CE n. 1185/2009 statistiche sui pesticidi

DIRETTIVA 2009/128/CE utilizzo sostenibile dei pesticidi

Normativa Europea

L'applicazione di razionali strategie di difesa integrata è considerata ormai una scelta non più derogabile in ambito europeo; la ben nota direttiva 2009/128/CE infatti "(...) *istituisce un quadro per realizzare un uso sostenibile dei pesticidi riducendone i rischi e gli impatti sulla salute umana e sull'ambiente e promuovendo l'uso della difesa integrata e di approcci o tecniche alternativi, quali le alternative non chimiche ai pesticidi.*" Secondo quanto previsto da questa normativa, tutti gli Stati membri sono stati obbligati ad attuare piani d'azione nazionali entro l'1 gennaio 2014.

Gli stessi principi fondanti della Difesa Integrata delle Colture, universalmente nota come Integrated Pest Management (IPM), nonostante pongano le loro basi scientifiche su studi condotti ormai da diversi decenni (STERN et al., 1959) e che hanno inizialmente definito l'insieme di queste tecniche come un "*metodo di controllo dei parassiti che combina e integra il controllo biologico e chimico* (...)", rimangono tuttora validi.

Si prevede "*l'uso di tutti i mezzi economicamente, ecologicamente e tossicologicamente giustificabili per mantenere i parassiti sotto la soglia economica, con enfasi sull'uso di forme di controllo biologico naturale e misure preventive*" (Definizione EPPO, in DEHNE, H.W. & SCHÖNBECK F., 1994).

Il concetto è stato anche più recentemente ripreso e ampliato, includendo la difesa integrata nel più comprensivo concetto di Produzione Integrata (Integrated Production) che identifica un "*Sistema di coltivazione che produce alimenti e altri prodotti di alta qualità mediante l'uso di risorse naturali e di meccanismi di regolazione per sostituire gli agenti inquinanti e assicurare coltivazioni sostenibili*" (BOLLER et al., 2011).

In un contesto di agricoltura sostenibile, tali tecniche si concretizzano innanzitutto nell'applicazione di strumenti di prevenzione delle infestazioni attraverso strategie di protezione indiretta delle piante, quali:

- l'uso ottimale delle risorse naturali disponibili mediante razionali scelte agronomiche e gestionali della coltura;
- la limitazione di quelle tecniche colturali a forte impatto ambientale;
- la protezione e il potenziamento attraverso strategie di lotta biologica conservativa (nota anche come habitat management) delle componenti biocenotiche antagoniste naturalmente presenti all'interno delle coltura e nelle sue immediate vicinanze.

Inoltre è indispensabile dotarsi di validi sistemi di monitoraggio e previsione quali strumenti decisionali per l'adozione di razionali misure di protezione diretta delle piante. Queste ultime dovrebbero privilegiare l'uso di antagonisti biologici (entomofagi/entomopatogeni), garantendo il minor ricorso possibile alla lotta chimica che comunque dovrebbe considerare prodotti fitosanitari quanto più possibile selettivi nei confronti degli organismi non target.

Nonostante siano basate su un consolidato background scientifico (VAN LENTEREN & WOETS, 1988), da più parti si giudica che tali strategie non siano adeguatamente diffuse e che notevoli progressi devono esseri fatti per una loro applicazione su ampia scala; infatti, molto spesso piuttosto si assiste all'applicazione di una versione "semplificata" di IPM, che in pratica si traduce in Integrated Pesticides Management (EHLER, 2006).

Agricoltura biologica

- Sistema globale di produzione agricola che privilegia le pratiche di gestione piuttosto che il ricorso a fattori di produzione di origine esterna.

- In quest'ottica, i **metodi colturali, biologici e meccanici** vengono impiegati di preferenza al posto dei prodotti chimici di sintesi.

La lotta biologica è l'elemento chiave di ogni strategia innovativa di difesa delle colture che rispetti l'ambiente

Migliore e più equilibrata gestione dell'agrosistema in grado di:

- Mantenere e valorizzare la biodiversità
- Rispettare l'attività biologica del suolo
- Ridurre tutte le forme di inquinamento

Lotta biologica

Uso di predatori, parassitoidi e patogeni per contenere la densità di una popolazione di un altro organismo ad un livello inferiore a quello che si sarebbe avuto in loro assenza (De Bach, 1964)

- Uso di nemici naturali
- Ricostituzione e mantenimento degli equilibri
- Esaltazione delle prestazioni biologiche

impiego di organismi viventi e dei loro prodotti, allo scopo di proteggere le piante dagli agenti biotici dannosi

Produzioni biologiche in Sicilia

Tab. 1 - Aziende biologiche per orientamento colturale (n.), 2010

Regione/ Provincia	Tutte le voci	Cereali per la prod. di granella	Legumi secchi	Ortive	Foraggere avvicendate	Vite	Olivo per la prod. di olive da tavola e da olio	Agrumi	Frutti-feri	Prati perm. e pascoli, esclusi i pascoli magri	Altre coltivazioni
Agrigento	496	123	7	25	34	172	401	140	148	57	6
Caltanissetta	285	124	22	12	34	53	189	9	160	24	2
Catania	895	274	54	34	103	118	385	365	172	130	20
Enna	1.558	925	134	36	591	61	983	85	407	680	49
Messina	884	81	3	20	156	57	536	227	224	394	17
Palermo	1.082	473	60	110	122	349	695	123	200	281	33
Ragusa	566	179	16	157	161	63	272	86	202	103	33
Siracusa	1.273	291	34	60	202	47	659	771	384	179	26
Trapani	593	98	18	32	9	490	387	53	36	40	15
Sicilia	**7.632**	**2.568**	**348**	**486**	**1.412**	**1.410**	**4.507**	**1.859**	**1.933**	**1.888**	**201**

Fonte: ISTAT, 6° censimento dell'agricoltura.

Produzioni biologiche in Sicilia

Tab. 2 - Superfici biologiche e relativa utilizzazione (ha), 2010

Regione/ Provincia	Tutte le voci	Cereali per la prod. di granella	Legumi secchi	Ortive	Foraggere avvicendate	Vite	Olivo per la prod. di olive da tavola e da olio	Agrumi	Frutti-feri	Prati perm. e pascoli; esclusi i pascoli magri	Altre coltivazioni
Agrigento	5.863	925	25	32	520	948	1.938	333	465	659	19
Caltanissetta	6.354	2.559	275	33	858	139	988	16	1.128	352	6
Catania	18.564	5.754	972	379	2.608	449	1.132	2.617	602	3.818	234
Enna	42.747	13.662	1.407	106	11.076	84	1.806	359	1.630	12.102	515
Messina	23.997	1.048	17	20	3.016	103	2.625	829	1.911	14.352	77
Palermo	24.171	6.876	653	373	1.914	3.078	3.095	279	599	6.936	366
Ragusa	10.640	2.237	128	1.319	2.565	298	1.131	564	815	1.404	179
Siracusa	22.317	4.052	448	1.145	3.011	190	1.648	5.867	1.773	3.964	220
Trapani	9.784	760	129	126	51	6.833	1.321	324	51	139	50
Sicilia	164.437	37.873	4.055	3.533	25.618	12.124	15.684	11.187	8.973	43.725	1.664

Fonte: ISTAT, 6° censimento dell'agricoltura.

Produzioni biologiche in Sicilia

Tab. 3 - Operatori biologici per tipologia e regione (n.), 2012

	Produttori esclusivi	Preparatori esclusivi	Produttori / Preparatori	Importatori *	Totale operatori al 31/12/2012	Totale al 31/12/2011	Var. % 2012/11
Piemonte	1.282	354	225	38	1.899	1.977	-3,9
Valle d'Aosta	74	7	9	0	90	86	4,7
Liguria	219	94	57	9	379	389	-2,6
Lombardia	873	605	173	46	1.697	1.506	12,7
Trentino A.A.	1.091	288	144	9	1.532	1.459	5,0
Veneto	960	518	216	52	1.746	1.811	-3,6
Friuli-Venezia G.	269	100	43	4	416	432	-3,7
Emilia-Romagna	2.555	692	301	56	3.604	3.602	0,1
Marche	1.668	192	141	6	2.007	2.127	-5,6
Toscana	2.344	442	722	22	3.530	3.536	-0,2
Umbria	960	121	127	7	1.215	1.318	-7,8
Lazio	2.764	327	205	6	3.302	3.001	10,0
Abruzzo	1.246	191	110	4	1.551	1.612	-3,8
Molise	182	35	18	1	236	232	1,7
Campania	1.454	303	134	5	1.896	1.896	0,0
Puglia	5.377	462	262	10	6.111	5.081	20,3
Basilicata	1.033	77	70	0	1.180	1.348	-12,5
Calabria	6.691	213	292	5	7.201	7.115	1,2
Sicilia	7.056	510	339	13	7.918	7.469	6,0
Sardegna	2.048	66	81	4	2.199	2.272	-3,2
Italia	40.146	5.597	3.669	297	49.709	48.269	3,0

** La voce comprende sia gli importatori esclusivi che gli importatori che svolgono anche attività di produzione e preparazione.*

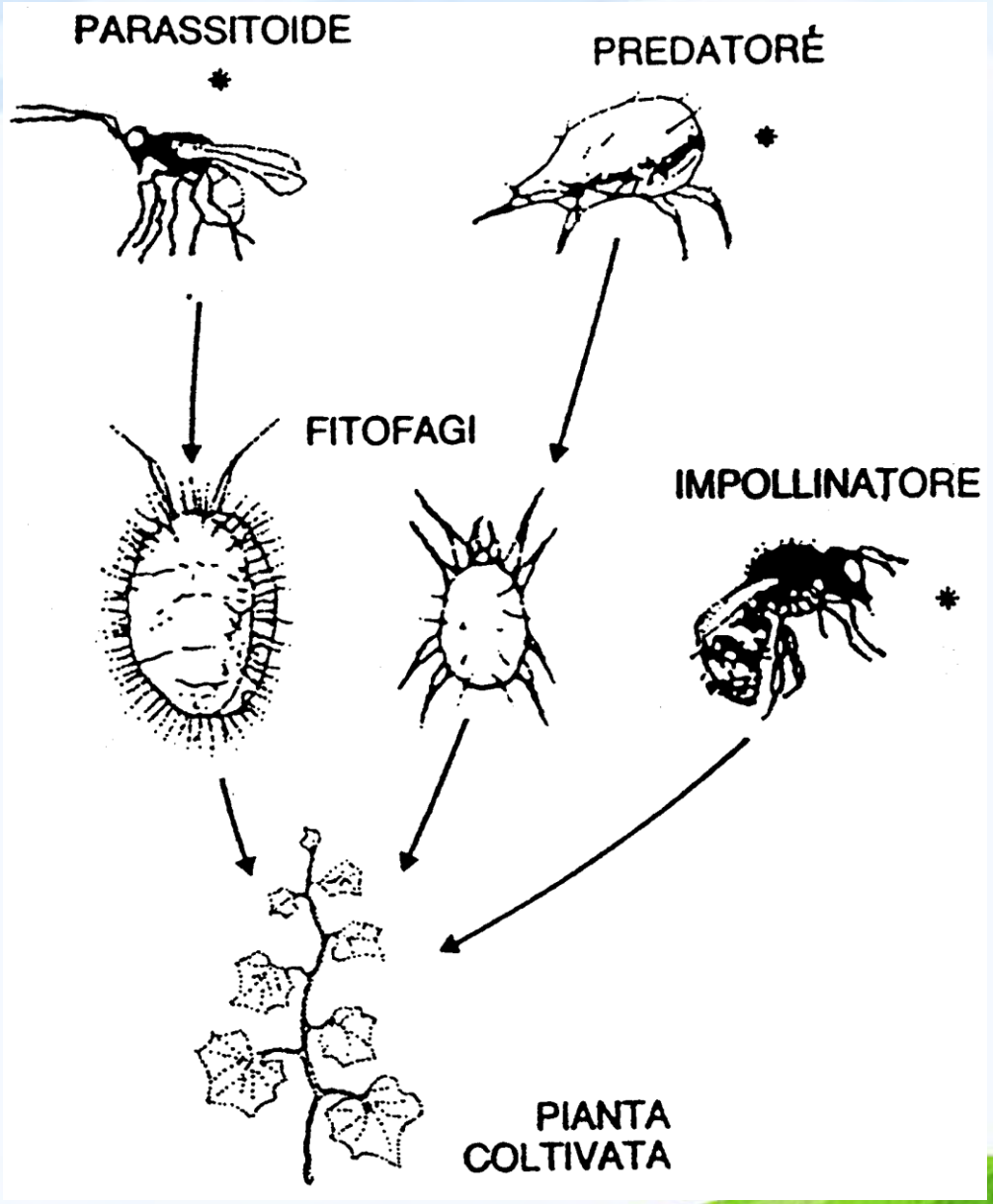
Fonte: SINAB.

Struttura biocenotica semplificata

Serra chiusa

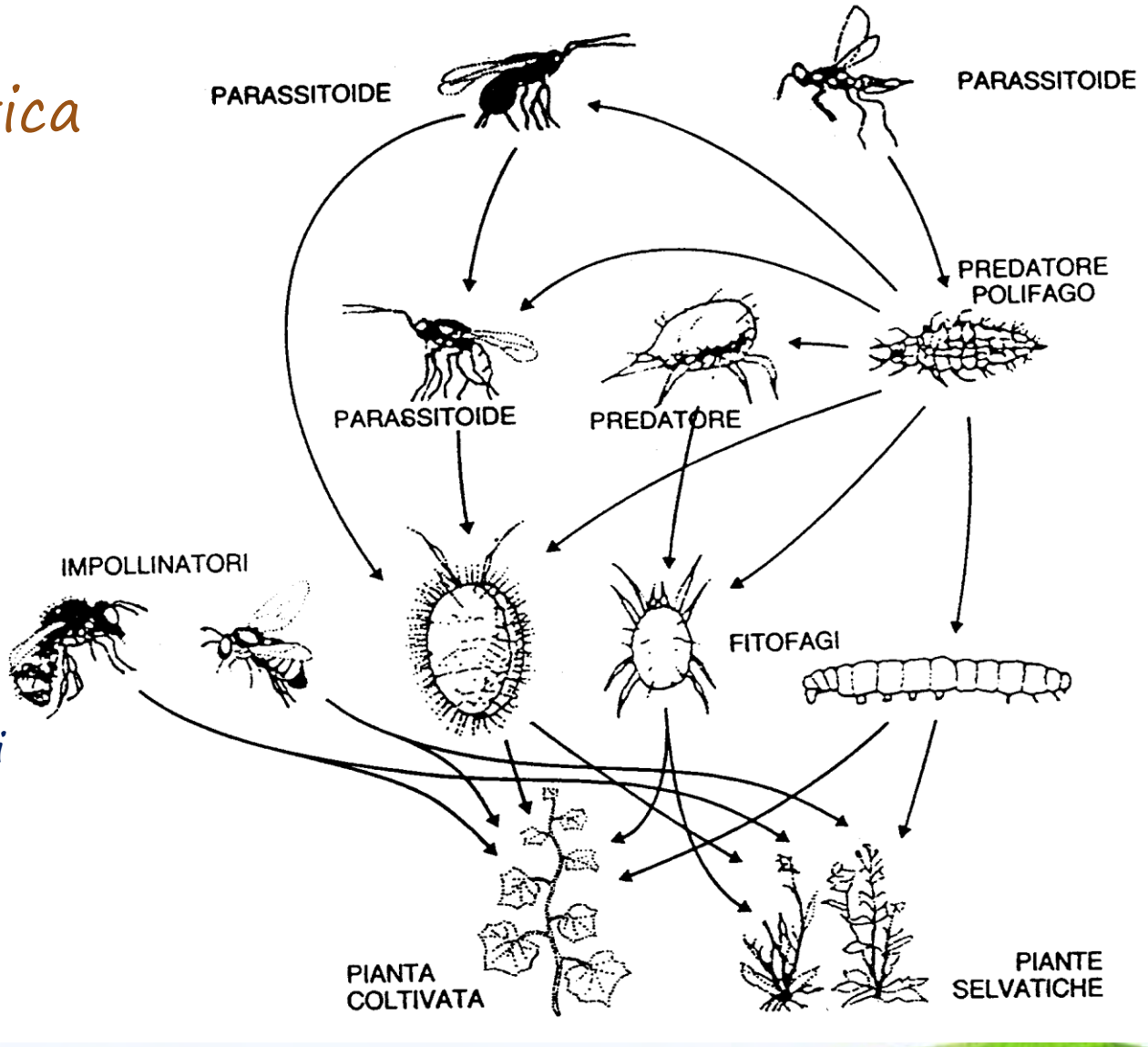
SERRE TERMOCONDIZIONATE

- agrosistemi "semitropicali "
- mancanza di ecotone **(fascia intermedia con l'ecosistema circostante)**
- assenza di elementi di disturbo esterni



Struttura biocenotica complessa

Serra aperta



SERRE FREDDE

- aperte per lunghi periodi dell'anno
- frequenti "scambi" di fitofagi e ausiliari con l'ambiente esterno

Importanza fitosanitaria dei fitofagi

Tuta absoluta

Tab. IV – Principali fitofagi delle colture protette ed efficacia dei possibili metodi di controllo.

FITOFAGO	POSSIBILI METODI DI CONTROLLO			
	BIOLOGICO	CHIMICO	COLTURALE	BIOTECNICO
TISANOTTERI				
Frankliniella occidentalis	⊙	○		
Thrips tabaci	○	○		
ALEIRODI				
Trialeurodes vaporariorum	●	○		⊙
Bemisia tabaci	○	○		⊙
AFIDI				
Myzus persicae	○	⊙		
Macrosiphum euphorbiae	○	⊙		
Aphis gossypii	○	○		
Aphis fabae	○	○		
Chaetosiphon fragaefolii	⊙			
LEPIDOTTERI				
Spodoptera littoralis	○	⊙		○
Spodoptera exsigua		⊙		○
Autographa gamma	○	⊙		○
Chrysodeixis chalcites		⊙		○
COLEOTTERI				
Otiorrhynchus spp.	○	○	⊙	
DITTERI				
Liriomyza trifolii	●			⊙
Liriomyza brioniae	●			⊙
Phytomyza horticola	●			⊙
ACARI				
Tetranychus urticae	●	○		
Polyphagotarsonemus latus		●		
Aculops lycopersici		●		

Efficacia stimata	○ *Bassa*	⊙ *Media*	● *Alta*

Importanza fitosanitaria dei fitofagi

VARIA SENSIBILMENTE IN RELAZIONE A:

- latitudine (fattori climatici)
- influenza pratiche agronomiche
- lunghezza del ciclo colturale
- epoca di coltivazione
- successioni colturali
- vicinanza di piante infestate
- tipologia delle serre
- caratteristiche generali dell'agrosistema
- fattori umani
  - grado di preparazione specifica degli agricoltori
  - qualità dell'assistenza tecnica
- parametri qualitativi richiesti per la commercializzazione

Serra vs campo aperto

Aspetti negativi

- sviluppo fitofagi di origine tropicale
- svernamento di fitofagi in stadi attivi
- accesso impedito agli ausiliari
- maggior numero di generazioni
- forti rischi di contaminazione per l'operatore

Aspetti positivi

- superfici ridotte consentono l'impiego di ausiliari in piccole quantità
- possibilità di regolare i parametri climatici
- messa a punto di modelli d'intervento biologico
- lotta chimica più difficile e costosa
- resistenza dei fitofagi, tempi di carenza – lotta alle crittogame a volte e' più semplice
- maggiore professionalità e sensibilità da parte degli operatori

Fattori che favoriscono le pullulazioni di fitofagi ad elevato potenziale biotico

- microclima
- monocoltura
- rapporto ospite – parassita
- durata del ciclo colturale
- selezione genetica
- pratiche agronomiche
- trattamenti antiparassitari

Fonti delle infestazioni

- PIANTINE PROVENIENTI DA VIVAI

  ISPEZIONI ACCURATE

- IN VOLO DALLE APERTURE
  FINE ESTATE **migrazione nelle serre dopo lo sviluppo in campo**
  PRIMAVERA **trasferimento da una serra infestata all'altra**

  RETI ANTI-INSETTO

- AZIONE DEL VENTO E DEGLI OPERATORI
  PER LE FORME NON ALATE

  RETI PROTETTIVE

- PUPE PRESENTI NEL TERRENO

  (FUMIGAZIONI, DISINFESTAZIONE, SOLARIZZAZIONE)

- PRATICHE COLTURALI TRASCURATE O TECNICHE AGR. IMPROPRIE
  RESIDUI COLTURE PRECEDENTI

  BRUCIATURE

- IMPIANTO DI COLTURE PRIMA DELL'ESTIRPAZIONE DELLE PRECEDENTI
- ABBANDONO DEI RESTI DELLA COLTURA ALL'ESTERNO

Fattori ambientali

CONDIZIONI CLIMATICHE

- Temperatura
  - l'innalzamento per alcune ore al giorno oltre il limite termico inferiore di Encarsia formosa consente di sfruttarne l'azione parassitaria anche nei mesi più freddi.
- Umidità
  - una limitazione degli eccessi porta a una minore incidenza delle malattie crittogamiche

CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

- Supporti inerti, allevamento su bancali

LAVORAZIONI DEL TERRENO

- Influiscono sugli insetti terricoli
  - Pupe di Lyriomiza trifolii 100% mortalità a 20 cm

ROTAZIONI

- In colture di pieno campo consentono una riduzione della geodisinfestazione chimica.
- Alternare il vapore o la coltivazione su bancali, solarizzazione, terreni repressivi, piante esca

CONCIMAZIONE

- gli eccessi di azoto favoriscono: afidi, acari tetranichidi

IRRIGAZIONE

- soprachioma
  - favorisce le crittogame
  - asporta la melata

VARIETA'

- diversa sensibilità verso crittogame e fitofarmaci
- miglioramento genetico

PRATICHE COLTURALI

- corretta sfogliatura, scelta dei nesti
  - minore incidenza di crittogame e fitofagi
- innesto di melanzana su ortive o erbacee resistenti
  - minimizza le tracheomicosi

Gli ausiliari

I predatori

Coccinella septempunctata

- attività predatoria durante gli stadi larvali e/o di adulto
- si nutrono di più vittime
- larve provviste di organi locomotori

I parassitoidi

Encarsia formosa

- entomofagi soprattutto allo stadio giovanile
- un solo individuo vittima
- larve prive di organi locomotori
- stretto rapporto con la fisiologia della vittima

Caratteristiche di un ausiliare efficace

- Stretta associazione con la popolazione fitofaga
- Ricerca e rinvenimento della vittima
- Buona capacità di dispersione
- Alto tasso di voracità e consumo

- Abilità nel superare le difese della vittima
- Risposta numerica alla densità del fitofago
- Alto rapporto intrinseco di incremento

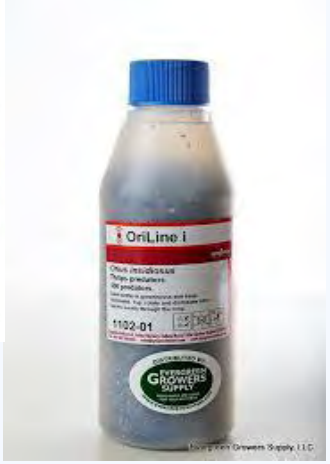
Benefici

- Risultati positivi nel lungo termine
- Colonizzazione da parte di ausiliari indigeni
- Assenza di fitotossicità

- Assenza di fenomeni di tossicità per l'operatore
- Eliminazione dei fenomeni di resistenza
- Salubrità degli alimenti
- Valorizzazione commerciale dei raccolti

In commercio

http://www.ibma-global.org/index.html

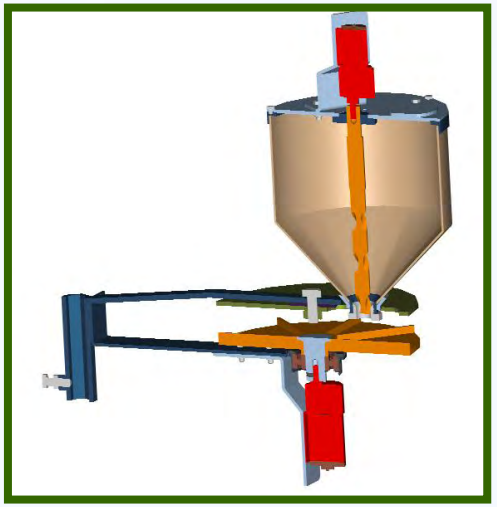


Confezioni

Rilascio tradizionale

Rilascio meccanizzato

Phytoseiulus persimilis



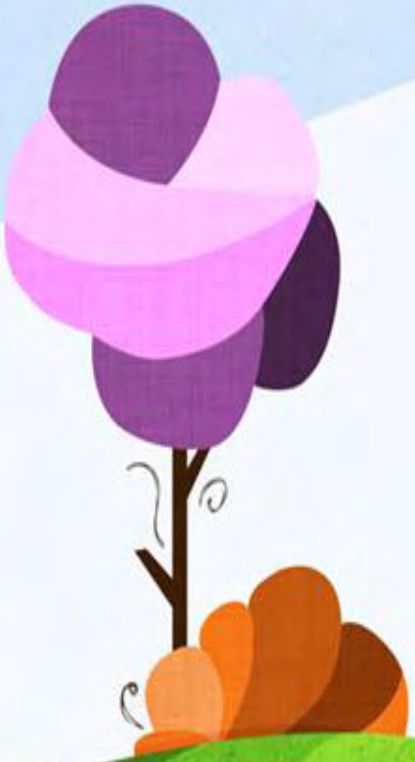
Orius laevigatus

Il prototipo

Disegnato e costruito presso la sezione di Meccanica e Meccanizzazione del Digesa e sperimentato in collaborazione con la sezione di Entomologia applicata

E' stato ottenuto un brevetto in Italia e USA

Vantaggi



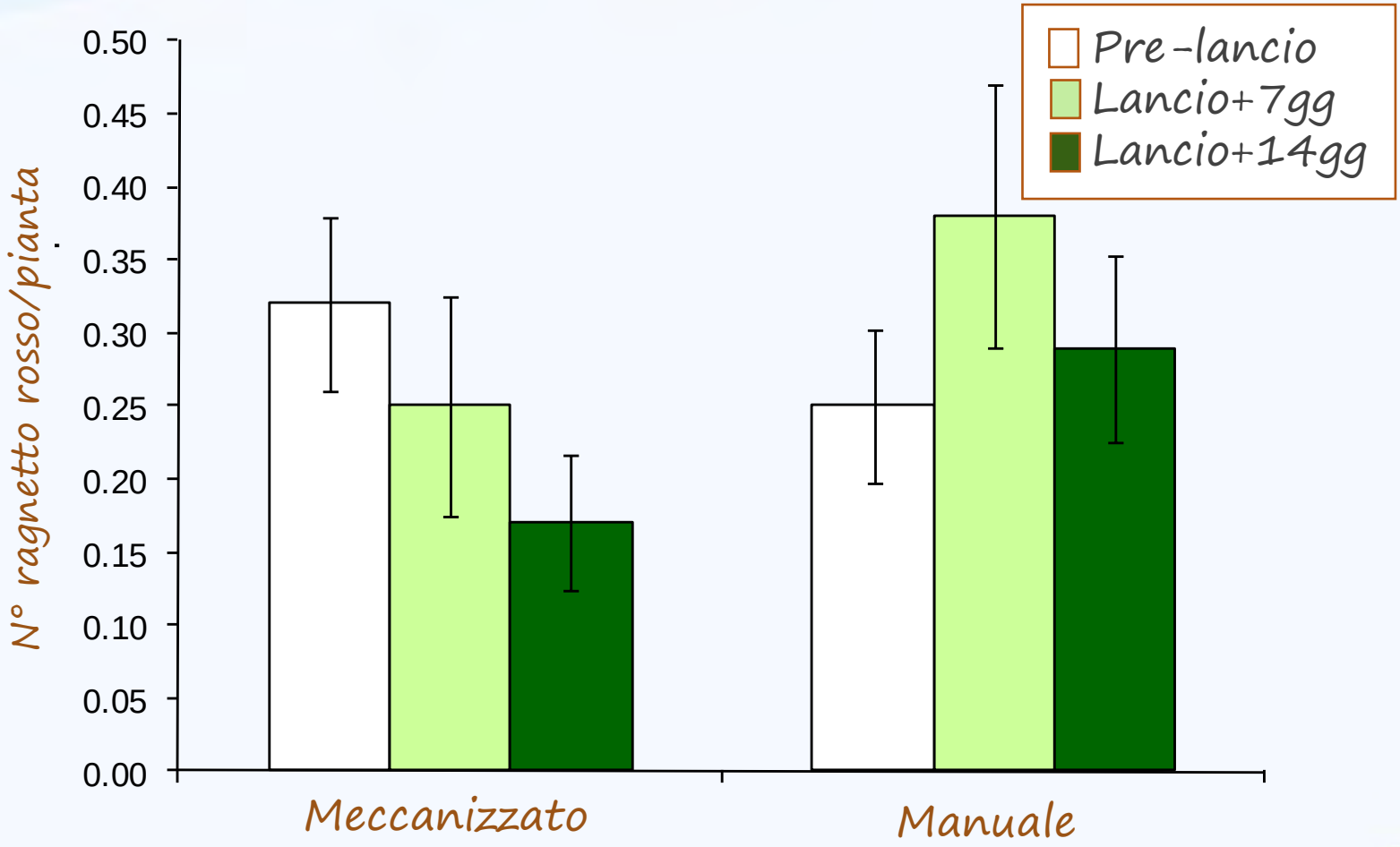
- Nessun danno fisico per i nemici naturali
- Dispersione più omogenea degli ausiliari
- Standardizzazione e rapidità dei rilasci
- Contenimento più rapido dei focolai
- Buona versatilità del dispositivo
- Alimentato da un motore elettrico
- Diminuzione del costo del lavoro

Esempi di applicazione in campo

Esempi di applicazione in serra

Koppert, Biobest

Differenze tra manuale e meccanizzato



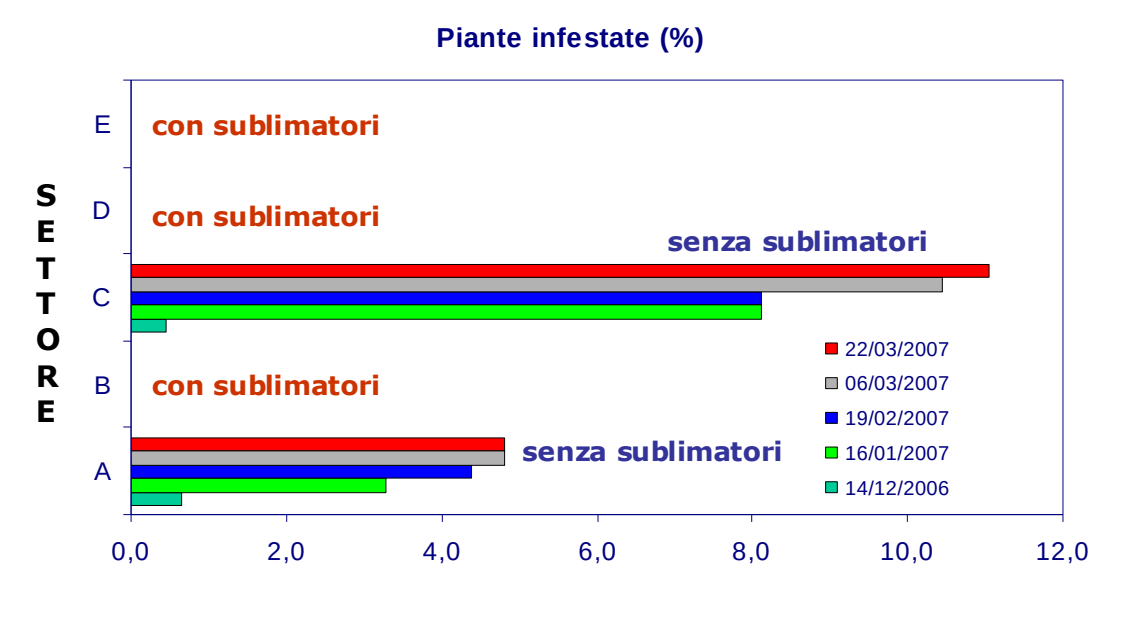
Attività in Sicilia

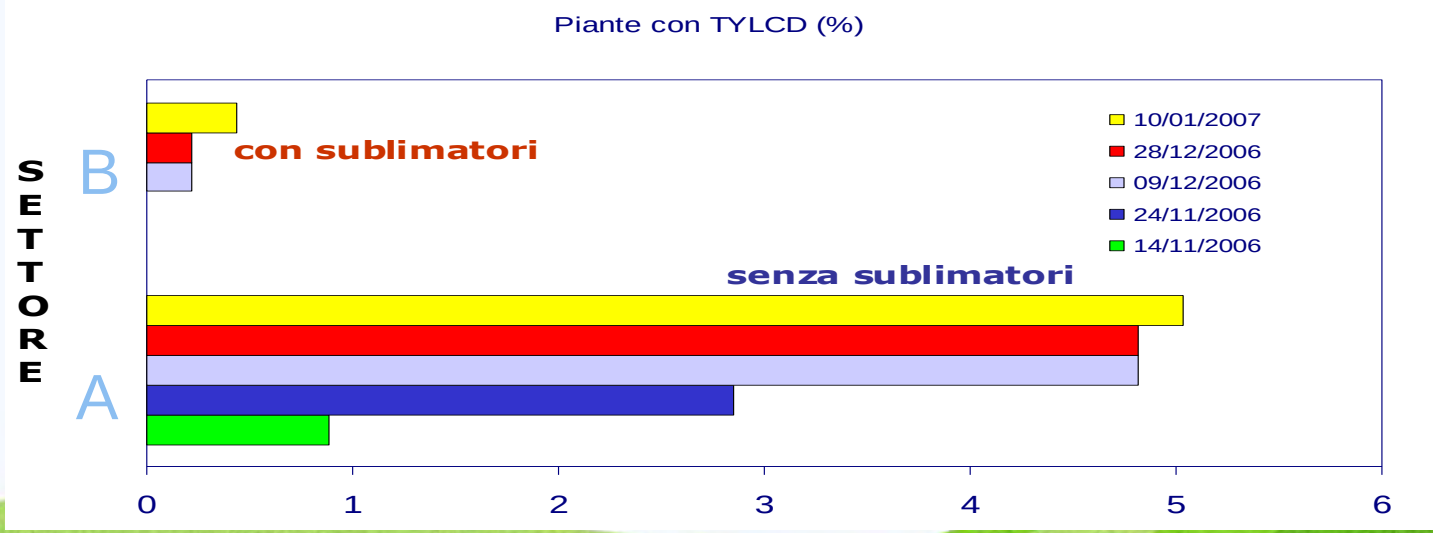
Area Difesa del DiGeSA

"Progetto regionale per lo sviluppo dell'agricoltura biologica in Sicilia" appositamente finanziato dall' ex Assessorato Regionale delle Risorse Agricole e Alimentari (oggi Assessorato regionale dell'Agricoltura, dello Sviluppo rurale e della Pesca mediterranea)

Sublimatori di zolfo

Sublimatori di zolfo





Tipologie di trappole

KIT TRAP Biogard

IPM RUSSELL

Semiochimici

Da semeion (segnale): messaggeri chimici prodotti da organismi animali, dotati di elevata volatilità e capaci di trasferire da un organismo all'altro informazioni che inducono risposte comportamentali e/o fisiologiche.

Record keeping

http://www.irac-online.org/

Insecticide Mode of Action Classification:
A key to effective insecticide resistance management

IRAC
Insecticide Resistance Action Committee

CropLife

IRAC website: www.irac-online.org

Introduction

IRAC promotes the use of a Mode of Action (MoA) classification of insecticides as the basis for effective and sustainable insecticide resistance management (IRM). Insecticides are allocated to specific groups based on their target site. Reviewed and re-issued periodically, the IRAC MoA classification list provides farmers, growers, advisors, extension staff, consultants and crop protection professionals with a guide to the selection of insecticides or acaricides in IRM programs. Effective IRM of this type preserves the utility and diversity of available insecticides and acaricides. A selection of MoA groups is shown below.

Effective IRM strategies: Alternations or sequences of MoA

All effective insecticide (and acaricide) resistance management (IRM) strategies seek to minimise the selection for resistance from any one type of insecticide or acaricide. In practice, alternations, sequences or rotations of compounds from different MoA groups provide sustainable and effective IRM. This ensures that selection from compounds in the same MoA group is minimised. 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(s) of concern. Local expert advice should always be followed with regard to spray windows and timings. Several sprays of a compound 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.

Moulting & Metamorphosis

Group 18 Ecdysone agonist / disruptor
Diacylhydrazines (e.g. Tebufenozide)
Group 7 Juvenile hormone mimics
JH analogues, Fenoxycarb, Pyriproxyfen, etc

Midgut

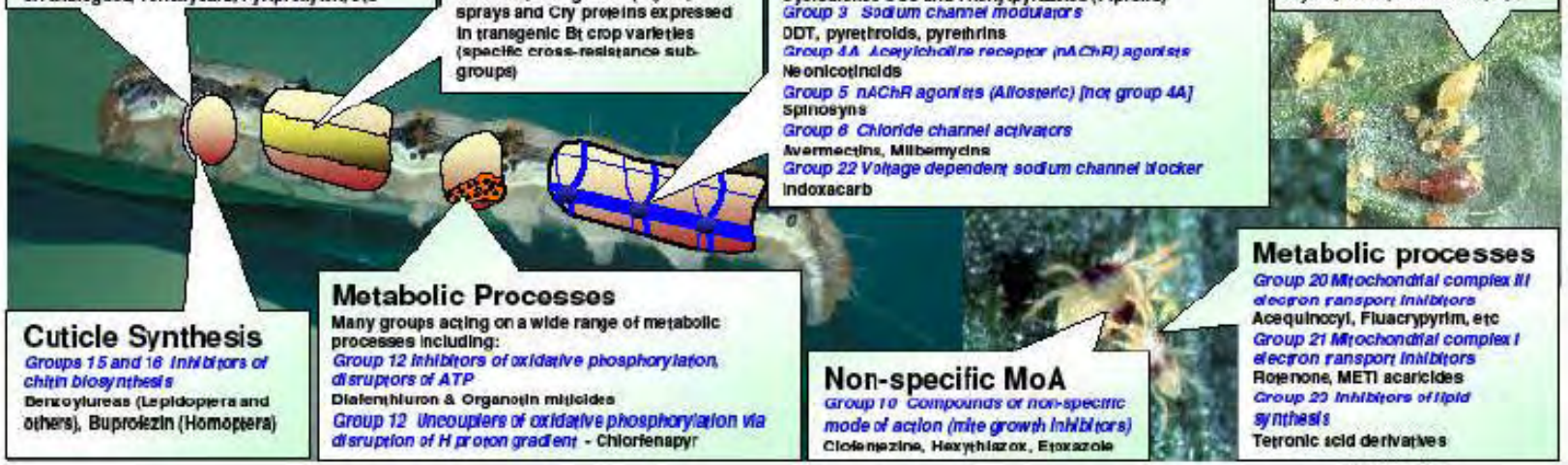
Group 11 Microbial disruptors of insect midgut membranes
Toxins produced by the bacterium *Bacillus thuringiensis* (Bt): Bt sprays and Cry proteins expressed in transgenic Bt crop varieties (specific cross-resistance sub-groups)

Nervous System

Groups 1A & B Acetylcholinesterase (AChE) inhibitors
Carbamates and Organophosphates
Group 2 GABA-gated chloride channel antagonists
Cyclodienes OCs and Phenylpyrazoles (Fiprols)
Group 3 Sodium channel modulators
DDT, pyrethroids, pyrethrins
Group 4A Acetylcholine receptor (nAChR) agonists
Neonicotinoids
Group 5 nAChR agonists (Allosteric) [not group 4A]
Spinosyns
Group 6 Chloride channel activators
Avermectins, Milbemycins
Group 22 Voltage dependent sodium channel blocker
Indoxacarb

Non-specific MoA

Group 9 Compounds of non-specific mode of action (selective feeding blockers)
Pymetrozine, Flonicamid, etc



Cuticle Synthesis

Groups 15 and 16 Inhibitors of chitin biosynthesis
Benzoylureas (Lepidoptera and others), Buprofezin (Homoptera)

Metabolic Processes

Many groups acting on a wide range of metabolic processes including:
Group 12 Inhibitors of oxidative phosphorylation, disruptors of ATP
Diafenthiuron & Organotin miticides
Group 12 Uncouplers of oxidative phosphorylation via disruption of H proton gradient - Chlorfenapyr

Non-specific MoA

Group 10 Compounds of non-specific mode of action (mite growth inhibitors)
Clofentezine, Hexythiazox, Etoxazole

Metabolic processes

Group 20 Mitochondrial complex III electron transport inhibitors
Acequinocyl, Fluacrypyrim, etc
Group 21 Mitochondrial complex I electron transport inhibitors
Rotenone, METI acaricides
Group 23 Inhibitors of lipid synthesis
Tetronic acid derivatives

v4, October 2005

IRAC
Insecticide Resistance Action Committee

Falena o tignola del pomodoro: *Tuta absoluta*

Raccomandazioni per una gestione sostenibile ed efficace della resistenza agli insetticidi

www.irac-online.org

Tuta absoluta, un fitofago molto dannoso e con alto rischio di resistenza agli insetticidi

Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) è un parassita di importanza economica in numerosi paesi. La pianta ospite preferita di *T. absoluta* è il pomodoro, anche se la patata, la melanzana, il fagiolo e varie altre piante spontanee della famiglia delle Solanaceae possono essere infestate. *T. absoluta* è caratterizzata da un alto potenziale riproduttivo e ogni femmina può deporre fino a 300 uova, con 10-12 generazioni all'anno. Il fitofago può attaccare tutte le parti delle piante di pomodoro e in tutte le fasi della coltura, ma preferisce le gemme apicali, le nuove foglioline, i fiori e i frutti verdi. Un forte attacco di *T. absoluta* può causare la distruzione dell'intero raccolto.

Originarie dell'America Latina, *T. absoluta* si è ricentemente diffusa in Europa, nel nord Africa e nel Medio Oriente, provocando una seria minaccia alla produzione di pomodoro in pieno campo e in serra.

Di natura aggressiva e con il potenziale di diffondersi entro un vasto areale collinare, *T. absoluta* è rapidamente diventata un fitofago chiave in queste nuove aree geografiche.

Potenziale sviluppo di resistenza agli insetticidi. Fitofagi come *T. absoluta*, con un' elevata capacità di riproduzione e un breve ciclo biologico, presentano un alto rischio di sviluppare resistenza agli insetticidi. Il rischio aumenta significativamente se il controllo del parassita si basa esclusivamente sul controllo chimico, in particolare se vi e' un ristretto numero di insetticidi efficaci. Questa situazione spesso conduce ad aumentare la frequenza degli interventi e pertanto anche la presenza selettiva. E' nota da tempo l'esistenza di popolazioni di campo di *T. absoluta* resistenti ad alcuni insetticidi nei paesi dell'America Latina dove *T. absoluta* è un parassita chiave da alcuni decenni.

Screening dell' efficacia insetticida. Le popolazioni di *T. absoluta* giunte in Europa, Medio Oriente e nord Africa provengono verosimilmente dall'America Latina, e quindi potrebbero già essere portatrici di un alto livello di resistenza ad uno o piu' modi d'azione insetticida (MoA). E' quindi importante che sia saggiata l'efficacia degli insetticidi utilizzabili in questi nuovi areali, prima di formulare le raccomandazioni per il loro impiego in programmi di difesa mirati al controllo di *T. absoluta* e per un'idonea prevenzione dell'insorgere e dello sviluppo di resistenza agli insetticidi.

Danni e Sintomi

L'infestazione si può manifestare durante tutto il ciclo colturale e fino alla maturazione dei pomodori. I danni sono causati dall'attività trofica delle larve che si nutrono del mesofillo fogliare, formando mine irregolari che in seguito possono confluire formando aree necrotiche. Le larve scavano simili gallerie anche negli steli alterando lo sviluppo generale delle piante. Anche i frutti vengono attaccati dalle larve, che creano gallerie che diventano facili vie d'ingresso per patogeni secondari, con conseguente sviluppo di diffusi marciumi. La perdita potenziale di resa (quantità e qualità) è significativa, e se il parassita non viene gestito convenientemente la perdita di produzione può raggiungere il 100%.

Descrizione dell'insetto e ciclo biologico

(da Barrientos et al., modificato (1999))

Durata dello stadio larvale a diverse temperature	
14°C	76 giorni
20°C	40 giorni
27°C	24 giorni

T. absoluta è un micro lepidottero. Gli adulti sono di color grigio-marrone, lunghi 5-7 mm. Il ciclo vitale si completa mediamente in 24-40 giorni, con l'eccezione dei mesi invernali in cui il ciclo può durare più di 80 giorni. La temperatura minima per l'attività biologica è 9°C.

Dopo l'accoppiamento, la femmina depone singolarmente delle piccole uova cilindriche di colore giallo (0.35 mm di lunghezza). Nelle prime fasi le larve presentano un colore latteo o verde chiaro e una lunghezza di solo 0,5 mm. Maturando, le larve prendono un colore verde più scuro ed acquistano una caratteristica banda scura posteriormente al cranio. Vi sono quattro stadi larvali. Fin quando il cibo è disponibile, le larve non entrano in diapausa. Le ninfesi può avvenire nel suolo, sulla superficie delle foglie o all'interno delle mine. *T. absoluta* può svernare come uova, pupa o adulto, a seconda delle condizioni ambientali.

Strategie di difesa e integrazione delle misure di controllo

Alla base di un controllo efficace e sostenibile di *T. absoluta* c'è l'integrazione dei mezzi di controllo culturale, semiochimico, biologico, fisico e chimico.

Le tattiche di una difesa sostenibile:

- Utilizzare piante di pomodoro indenni dal parassita.
- Prima del trapianto è necessario installare le trappole per la cattura degli adulti.
- Monitorare il fitofago utilizzando trappole a feromoni.
- Tra due cicli colturali, lavorare il terreno e coprirlo con pacciamatura in plastica, se possibile eseguire la solarizzazione.
- Lasciare intercorrere almeno 6 settimane tra l'estirpazione di una coltura di pomodoro e l'impianto della coltura successiva.
- Sigillare la serra con reti anti-insetto di qualità adatte per *T. absoluta* e doppie porte.
- Controllare regolarmente la coltura per rilevare i primi segni di danno.
- Per la cattura massale degli adulti, usare trappole ad acqua + olio (20-40trappole/ha).
- Rimuovere e distruggere costantemente le parti di piante attaccate.
- Estirpare le erbe infestanti per evitare la moltiplicazione di *T. absoluta* in piante ospiti alternative.
- Favorire l'insediamento delle popolazioni di insetti utili per il controllo biologico di *T. absoluta* (ad es. Nesidiocoris tenuis).
- Utilizzare insetticidi solo se necessario e in funzione di soglie d'intervento definite a livello locale.
- Scegliere gli insetticidi sulla base alla loro efficacia e della selettività per i nemici naturali di *T. absoluta*.
- Alternare gli insetticidi in base al loro modo d'azione (MoA) adottando il criterio della "finestre di intervento" (vedi riquadro successivo).
- Utilizzare solamente insetticidi registrati per il controllo di *T. absoluta*.
- Seguire sempre le istruzioni per l'uso riportate sull'etichetta di ciascun prodotto.

Gestione della resistenza agli insetticidi

La situazione in America Latina rispetto a Europa, nord Africa e Medio Oriente. In America Latina, è nota da tempo la presenza diffusa di popolazioni di campo di *T. absoluta* con un alto livello di resistenza a insetticidi fosforganici (gruppo MoA 1B), piretroidi sintetici (gruppo MoA 3) e benzoiluree (gruppo MoA 15). Poiché è probabile che alcune popolazioni resistenti dall' America Latina si siano diffuse anche in Europa, nord Africa e Medio Oriente, è urgente che personale tecnico qualificato valuti quale sia il reale profilo di sensibilita' delle popolazioni di *T. absoluta* nei nuovi territori di diffusione con riferimento agli insetticidi ivi disponibili, in modo da poter formulare indicazioni di lotta appropriate.

Valutazione della sensibilità agli insetticidi. A questo scopo IRAC ha messo a punto una metodologia standard ("leaf dip bioassay") per valutare la sensibilità agli insetticidi delle larve di *T. absoluta* (vedi "IRAC Method N. 022, reperibile sul sito web IRAC) ottenute da popolazioni di campo.

La gestione della resistenza a insetticidi (IRM)

Per mantenere alta nel tempo l'efficacia degli insetticidi a disposizione occorre integrare tutti gli strumenti disponibili per il controllo del fitofago (culturali, fisici, biologici, chimici) ed applicare gli insetticidi solo quando necessario, in base a soglie di attacco prestabilite e avendo cura di alternare i diversi insetticidi efficaci e i differenti modi d'azione insetticida (MoA) secondo le cosiddette "finestre di intervento".

Il criterio delle "finestre di intervento"

- La regola base consiste nell'evitare di trattare due generazioni consecutive di *T. absoluta* con insetticidi aventi lo stesso modo d'azione (MoA). Questo si puo' ottenere suddividendo il ciclo colturale in "finestre" di 30 giorni in cui si alternano i diversi modi d'azione (MoA) disponibili.
- Con "finestre di intervento" si intende un periodo di trenta giorni consecutivi, in base alla durata minima di una singola generazione di *T. absoluta*.
- Durante ogni singola "finestra" si possono fare uno o piu' interventi con lo stesso MoA (eseguendo comunque alla rotazione di etichetta di ogni prodotto riguardo al numero massimo di interventi registrati e consigliati su *T. absoluta*).
- Completati gli interventi e copertura della prima "finestra", se sono necessari altri interventi, nella seconda "finestra" di 30 giorni si dovra' utilizzare un insetticida efficace su *T. absoluta*, ma con MoA diverso rispetto a quelli impiegati nella prima "finestra". Allo stesso modo, le fasi "finestre" dovra' essere protetta con un terzo MoA, diverso dai precedenti.
- Lo schema proposto qui sotto punta a minimizzare la selezione di geni resistenti a un singolo MoA, assicurando che lo stesso MoA non sia piu' riutilizzato per almeno 60 giorni dopo il termine della propria "finestra". Questo termine è prudenziale e tiene conto della diverse durata del ciclo vitale di *T. absoluta* in funzione delle fluttuazioni di temperatura che si verificano nel corso del ciclo colturale.
- Questo schema richiede la disponibilita' di un minimo di tre MoA e vale per tutti i MoA registrati e verificati efficaci contro *T. absoluta*.

Esempio di strategia IRM a "finestre di intervento" per un ciclo colturale di 180 giorni

Sequenza esemplificativa di "finestre di intervento" che permettono di alternare i diversi modi d'azione insettici disponibili (MoA) anche per tutto il ciclo colturale

In sintesi, l'alternanza dei prodotti e dei dei modi d'azione insetticida (MoA) dovrebbe proseguire fino al termine del programma di difesa: nel primo mese si useranno gli insetticidi con MoA x, nel secondo insetticidi con MoA y, nel terzo, insetticidi con MoA z, nel quarto mese potranno tornare ad essere usati quelli con MoA x, nel quinto quelli con MoA y ecc.

Nota: Per avere un elenco completo ed aggiornato degli insetticidi esistenti e del relativo modo d'azione insetticida (MoA) si puo' visitare il sito web IRAC www.irac-online.org/frameinmode-of-action

Questo poster è stato realizzato esclusivamente per scopi didattici. I dettagli sono accurati al meglio delle nostre conoscenze. IRAC e le aziende che rappresenta non sono responsabili di come si utilizza o viene ogni caso ripresa tutte le raccomandazioni di etichetta relative alla sicurezza e all'uso dei prodotti citati.

Questo documento e' stato prodotto dall'IRAC: Lepidoptera Working Group. Consultare anche il volantino dell'IRAC Spagna: "Prevención de resistencias en *Tuta absoluta* (aprile 2009) www.irac-online.org/irac_spain

Versione 2.0, Settembre 2011: Per maggiori informazioni visitare il sito IRAC:www.irac-online.org
Fotografie: Bayer CropScience, DuPont Crop Protection & Co. Ltd, M Shepard, GR.Carner, PAO Oal, "Gli insetti e il loro nemici naturali associati a ortaggi e colz nel sud-est asiatico", Bugwood.org.

http://www.strateco.it/Allegati/article/17/TutaAbsoluta.pdf

Strategie di difesa e integrazione delle misure di controllo

Alla base di un controllo efficace e sostenibile di *T. absoluta* c'è l'integrazione dei mezzi di controllo culturale, semiochimico, biologico, fisico e chimico.

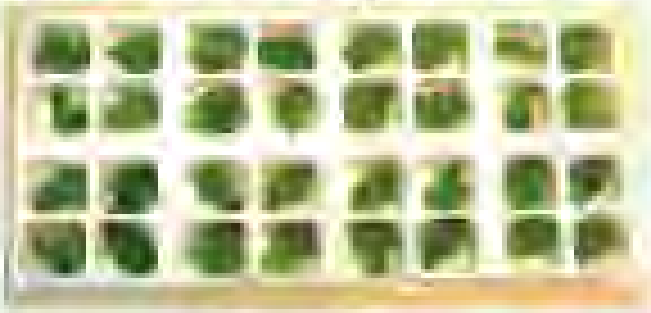
Le tattiche **di una difesa sostenibile:**

- Utilizzare piante di pomodoro indenni dal parassita.
- Prima del trapianto è necessario installare le trappole per la cattura degli adulti.
- Monitorare il fitofago utilizzando trappole a feromoni.
- Tra due cicli colturali, lavorare il terreno e coprirlo con pacciamatura in plastica, se possibile eseguire la solarizzazione.
- Lasciare intercorrere almeno 6 settimane tra l'estirpazione di una coltura di pomodoro e l'impianto della coltura successiva.
- Sigillare la serra con reti anti-insetto di qualità adatte per *T. absoluta* e doppie porte.
- Controllare regolarmente la coltura per rilevare i primi segni di danno.
- Per la cattura massale degli adulti, usare trappole ad acqua + olio (20-40trappole/ha).
- Rimuovere e distruggere costantemente le parti di piante attaccate.
- Estirpare le erbe infestanti per evitare la moltiplicazione di *T. absoluta* in piante ospiti alternative.
- Favorire l'insediamento delle popolazioni di insetti utili per il controllo biologico di *T. absoluta* (ad es. Nesidiocoris tenuis).
- Utilizzare insetticidi solo se necessario e in funzione di soglie d'intervento definite a livello locale .
- Scegliere gli insetticidi sulla base alla loro efficacia e della selettività per i nemici naturali di *T. absoluta*.
- Alternare gli insetticidi in base al loro modo d'azione (MoA) adottando il criterio delle "finestre di intervento" (vedi riquadro successivo).
- Utilizzare solamente insetticidi registrati per il controllo di *T. absoluta*.
- Seguire sempre le istruzioni per l'uso riportate sull'etichetta di ciascun prodotto.

Gestione della resistenza agli insetticidi

La situazione in America Latina rispetto a Europa, nord Africa e Medio Oriente. In America Latina, è nota da tempo la presenza diffusa di popolazioni di campo di T. absoluta con un alto livello di resistenza a insetticidi fosforganici (gruppo MoA 1B), piretroidi sintetici (gruppo MoA 3) e benzoiluree (gruppo MoA 15). Poiché è probabile che alcune popolazioni resistenti dell' America Latina si siano diffuse anche in Europa, nord Africa e Medio Oriente, è urgente che personale tecnico qualificato valuti quale sia il reale profilo di sensibilita' delle popolazioni di T. absoluta nei nuovi territori di diffusione con riferimento agli insetticidi ivi disponibili, in modo da poter formulare indicazioni di lotta appropriate.

Valutazione della sensibilità agli insetticidi. A questo scopo IRAC ha messo a punto una metodologia standard ("leaf dip bioassay") per valutare la sensibilità agli insetticidi delle larve di T. absoluta (vedi "IRAC Method N. 022, reperibile sul sito web IRAC) ottenute da popolazioni di campo.



La gestione della resistenza a insetticidi (IRM)

Per mantenere alta nel tempo l'efficacia degli insetticidi a disposizione occorre integrare tutti gli strumenti disponibili per il controllo del fitofago (colturali, fisici, biologici, chimici) ed applicare gli insetticidi solo quando necessario, in base a soglie di attacco prestabilite e avendo cura di alternare i diversi insetticidi efficaci e i differenti modi d'azione insetticida (MoA) secondo le cosiddette "finestre di intervento".

Il criterio delle "finestre di intervento"

- La regola base consiste nell'evitare di trattare due generazioni consecutive di *T. absoluta* con insetticidi aventi lo stesso modo d'azione (MoA). Questo si puo' ottenere suddividendo il ciclo colturale in "finestre" di 30 giorni in cui si alternano i diversi modi d'azione (MoA) disponibili.
- Con "finestra di intervento" si intende un periodo di trenta giorni consecutivi, in base alla durata minima di una singola generazione di *T. absoluta*.
- Durante ogni singola "finestra" si possono fare uno o piu' interventi con lo stesso MoA (attenendosi comunque alle indicazioni di etichetta di ogni prodotto riguardo al numero massimo di interventi registrati e consigliati su *T. absoluta*).
- Completati gli interventi a copertura della prima "finestra", se sono necessari altri interventi, nella seconda "finestra" di 30 giorni si dovra' utilizzare un insetticida efficace su *T. absoluta*, ma con MoA diverso rispetto a quelli impiegati nella prima "finestra". Allo stesso modo, la terza "finestra" dovra' essere protetta con un terzo MoA, diverso dai precedenti.
- Lo schema proposto qui sotto punta a minimizzare la selezione di geni resistenti a un singolo MoA, assicurando che lo stesso MoA non sia piu' riutilizzato per almeno 60 giorni dopo il termine della propria "finestra". Questo termine è prudenziale e tiene conto della diversa durata del ciclo vitale di *T. absoluta* in funzione delle fluttuazioni di temperatura che si verificano nel corso del ciclo colturale.
- Questo schema richiede la disponibilita' di un minimo di tre MoA e vale per tutti i MoA registrati e verificati efficaci contro *T. absoluta*.

Esempio di strategia IRM a "finestre di intervento" per un ciclo colturale di 150 giorni

Sequenza esemplificativa di "finestre di intervento" che permettono di alternare i diversi modi d'azione insetticidi disponibili (MoA) anche per tutto il ciclo colturale

In sintesi, l'alternanza dei prodotti e dei dei modi d'azione insetticida (MoA) dovrebbe proseguire fino al termine del programma di difesa: nel primo mese si useranno gli insetticidi con MoA x, nel secondo insetticidi con MoA y, nel terzo, insetticidi con MoA z. nel quarto mese potranno tornare ad usarsi quelli con MoA x, nel quinto quelli con MoA y ecc.

Nota: Per avere un elenco completo ed aggiornato degli insetticidi esistenti e del relativo modo d'azione insetticida (MoA) si puo' visitare il sito web IRAC **www.irac-online.org/teams/mode-of-action**

Insecticide MoA Groups for the Control of *Tuta absoluta*

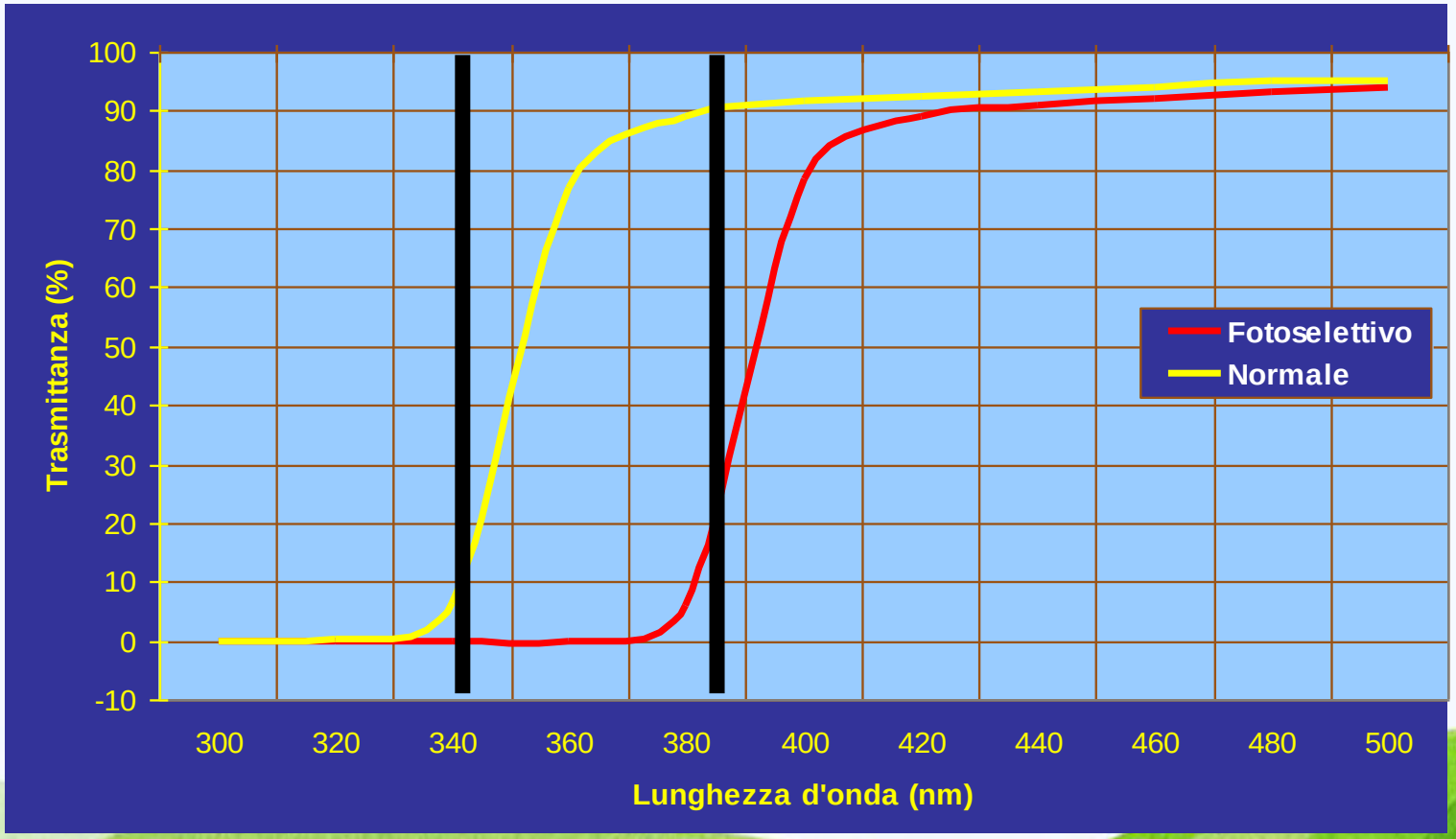
Group	Mode of Action	Chemical Class	Common Names (e.g.)
1B	Acetylcholinesterase (AChE) inhibitors	Organophosphates	Chlorpyrifos, Methamidophos
3A	Sodium channel modulators	Pyrethroids	Bifenthrin, Cyfluthrin, *beta*-Cyfluthrin, *gamma*-Cyhalothrin, *lambda*-Cyhalothrin, Cypermethrin, *alpha*-Cypermethrin, *beta*-Cypermethrin, *zeta*-Cypermethrin, Delthamethrin, Esfenvalerate, Etofenprox, *tau*-Fluvalinate, Fenpropathrin, Permethrin
5	Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) allosteric modulators	Spinosyns	Spinetoram, Spinosad
6	Chloride channel activators	Avermectins, Milbemycins	Abamectin, Emamectin benzoate
11	Microbial disruptors of insect midgut membranes and derived toxins		*Bacillus thuringiensis aizawai, Bacillus thuringiensis kurstaki*
13	Uncouplers of oxidative phosphorylation via disruption of the proton gradient	Pyrroles	Chlorfenapyr
14	Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) channel blockers	Nereistoxin analogues	Cartap
15	Inhibitors of chitin biosynthesis, type 0	Benzoylureas	Diflubenzuron, Flufenoxuron, Lufenuron, Novaluron, Noviflumuron, Teflubenzuron, Triflumuron,
18	Ecdysone receptor agonists	Diacylhydrazines	Chromafenozide, Methoxyfenozide, Tebufenozide
22A	Voltage-dependent sodium channel blockers	Oxadiazine	Indoxacarb
22B	Voltage-dependent sodium channel blockers	Semi-carbazone	Metaflumizone
28	Ryanodine receptor modulators	Diamides	Chlorantraniliprole, Flubendiamide
UN	Compounds of unknown or uncertain MoA	Tetranortriterpenoid	Azadirachtin

Notes on the MoA Groups for the control of *Tuta absoluta* are on the next page

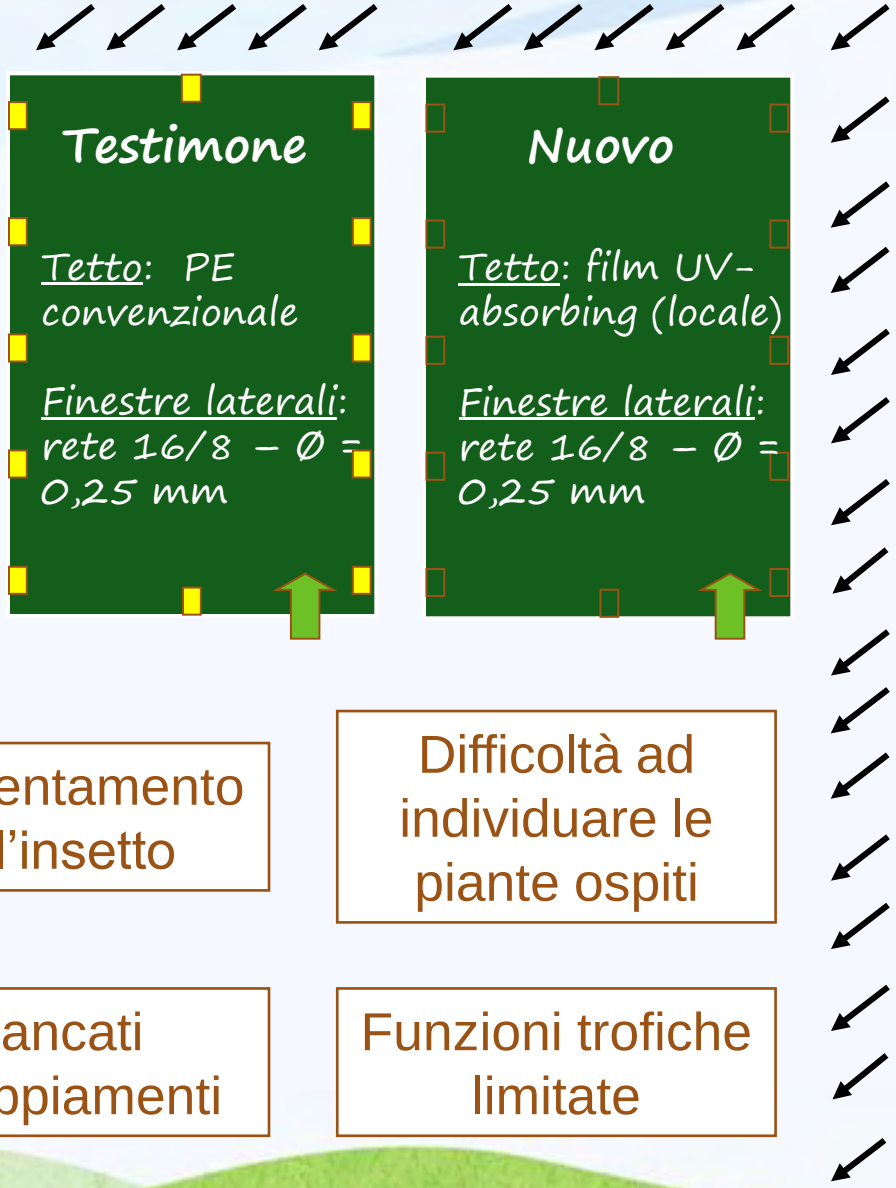
Film fotoselettivi

- Film plastici fotoselettivi che non si lasciano attraversare dalle radiazioni ultraviolette comprese tra 200 e 380 nm.

Recepite dal sistema visivo degli insetti



Film fotoselettivi



Schema di una prova condotta in Sicilia (Ispica -RG) su coltura di pomodoro in ciclo estivo-autunnale

Disorientamento dell'insetto

Difficoltà ad individuare le piante ospiti

Mancati accoppiamenti

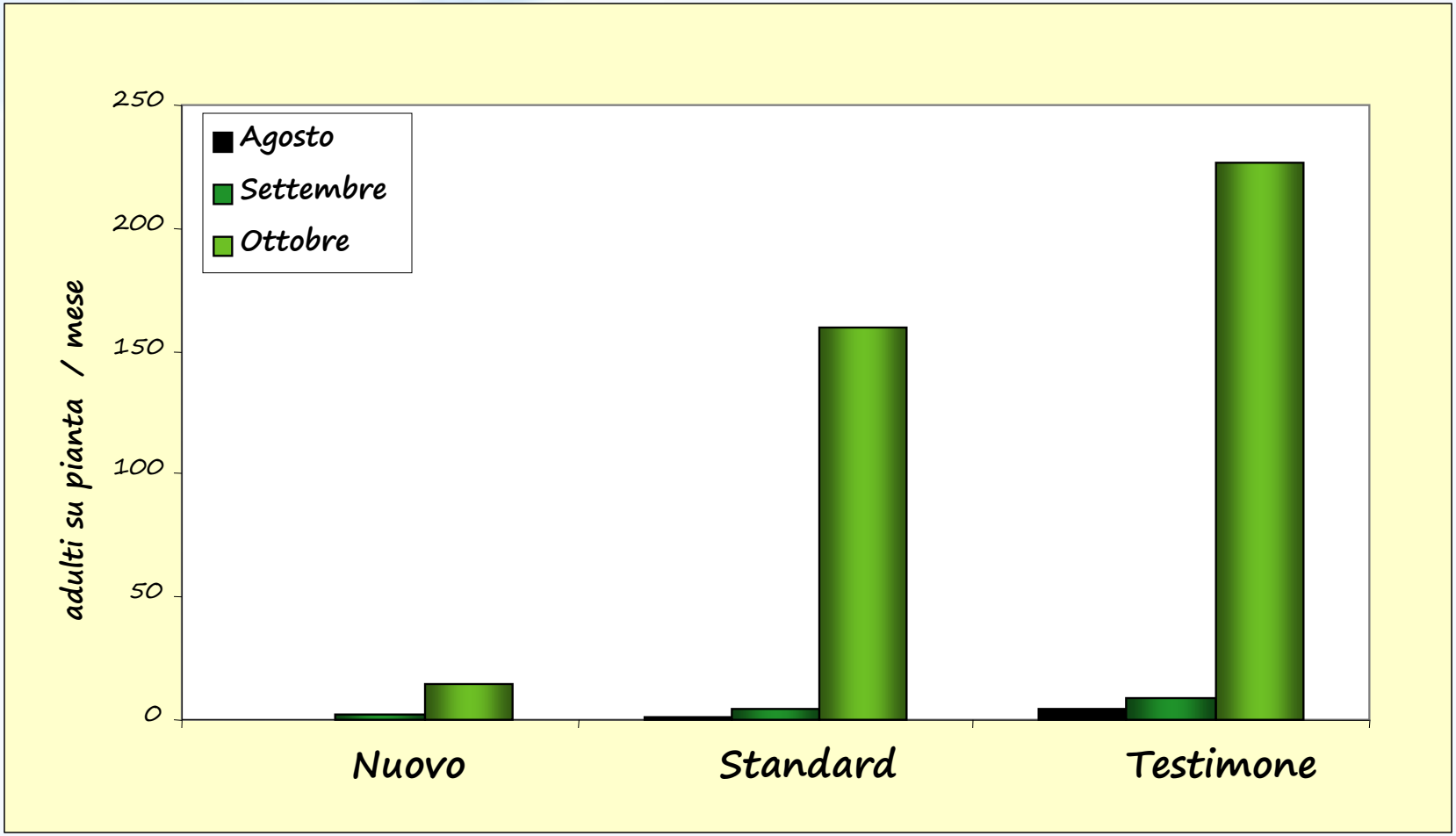
Funzioni trofiche limitate

Tesi 1: Film di polietilene convenzionale (Testimone)

Tesi 2: Film fotoselettivo prodotto in Sicilia (Nuovo)

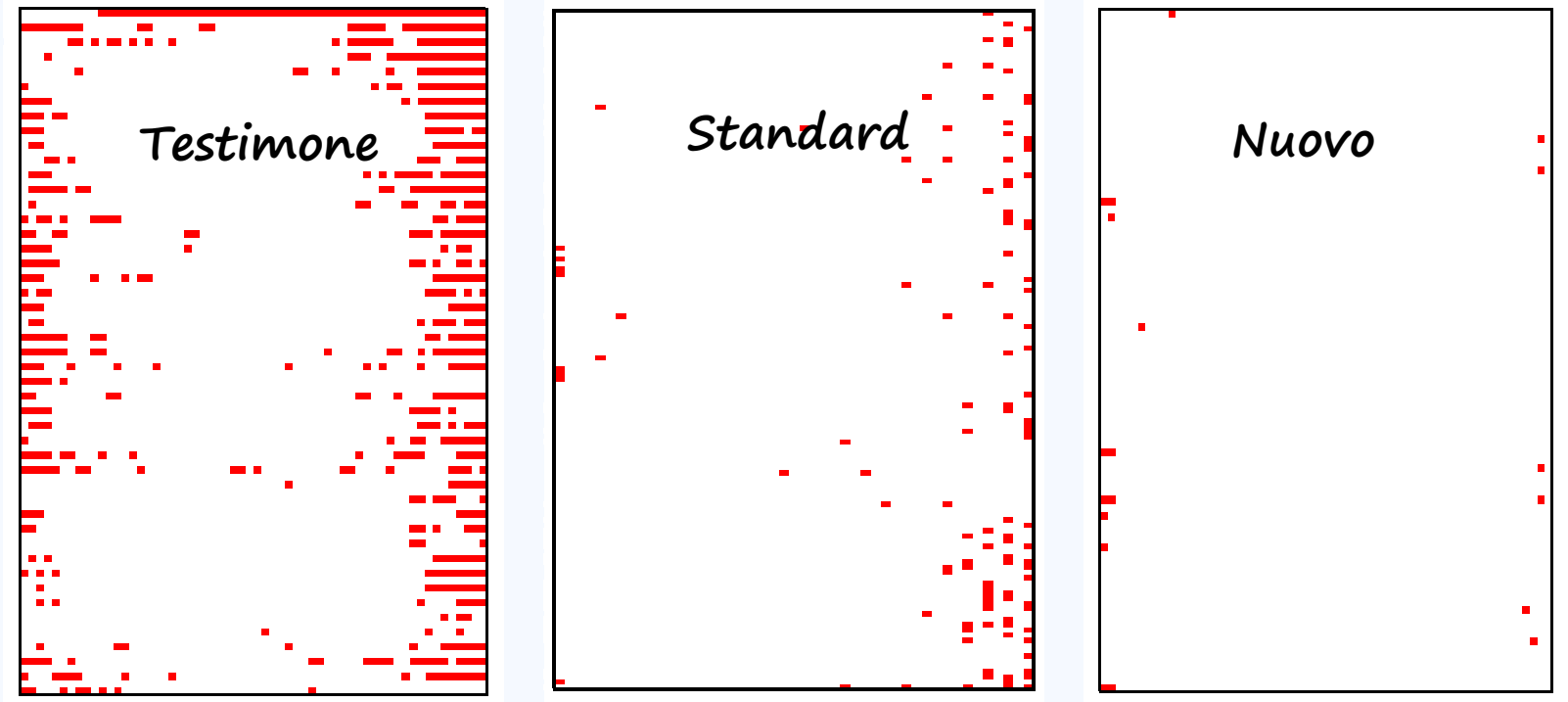
Tesi 3: Film fotoselettivo prodotto in Israele (Standard)

Film fotoselettivi



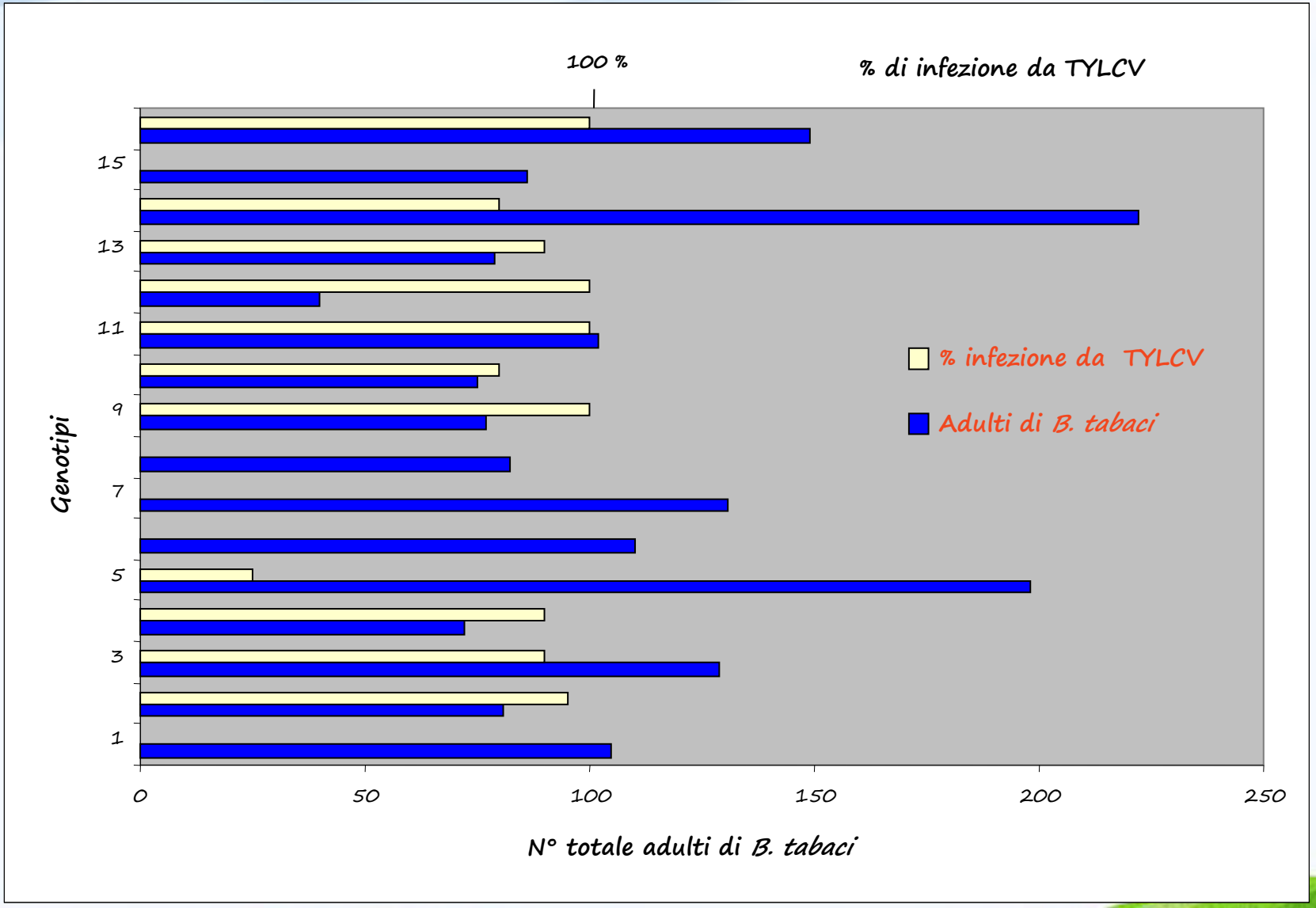
Numero di adulti di *B. tabaci* /pianta rilevato nelle serre (dati raggruppati per mese)

Film fotoselettivi



Distribuzione spaziale delle piante con sintomi di TYLCV nelle tre serre sperimentali

Varietà tolleranti o resistenti

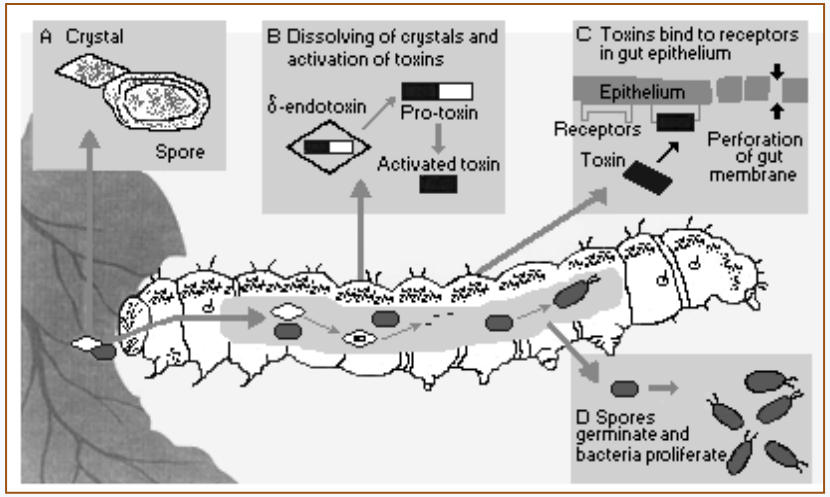


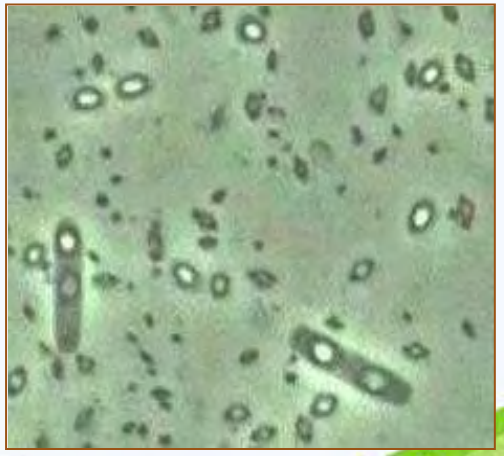
Risultati di una prova condotta in Sicilia su 16 diversi genotipi di pomodoro

Lotta microbiologica

Funghi entomopatogeni

Bacillus thuringiensis





Agrofarmaci a base di microrganismi

PRINCIPIO ATTIVO	MICRORGANISMO	ATTIVITÀ	FORMULATI REGISTRATI
Ampelomyces quisqualis	Fungo	fungicida	1
Adoxophyes orana GV	GranuloVirus	insetticida	1
Aureobasidium pullulans	Lievito	fungicida/battericida	1
Bacillus amyloliquefaciens	Batterio	fungicida/battericida	1
Bacillus subtilis	Batterio	fungicida/battericida	1
Bacillus thuringiensis (*Kurstaki, Aizawai, Tenebrionis*)	Batterio	insetticida	27
Beauveria bassiana	Fungo	insetticida	3
Coniothyrium minitans	Fungo	fungicida	1
Cydia pomonella GV	GranuloVirus	insetticida	5
Helicoverpa armigera NPV	Nuclepoliedrovirus	insetticida	1
Paecilomyces lilacinus	Fungo	nematocida	1
Spodoptera littoralis NPV	Nuclepoliedrovirus	insetticida	1
Trichoderma asperellum	Fungo	fungicida	1
Trichoderma gamsii	Fungo	fungicida	2 (*)
Trichoderma harzianum	Fungo	fungicida	2
Pseudomonas chlororaphis	Batterio	concia delle sementi	1
Streptomyces K61	Batterio Attinomicete	fungicida	1
(*) in miscela con *T. asperellum*			

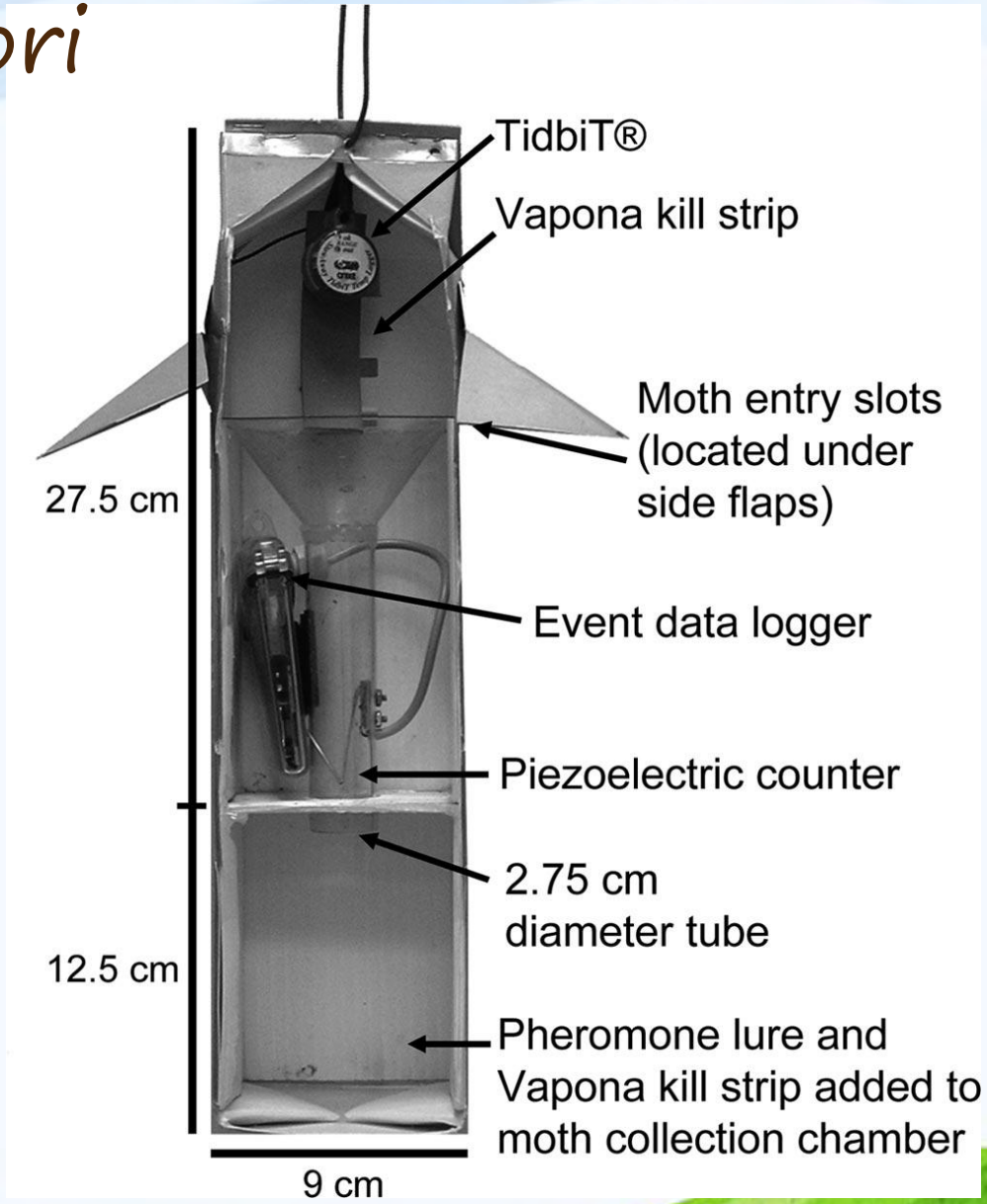
da Benuzzi, 2013

Agrofarmaci estratti da piante

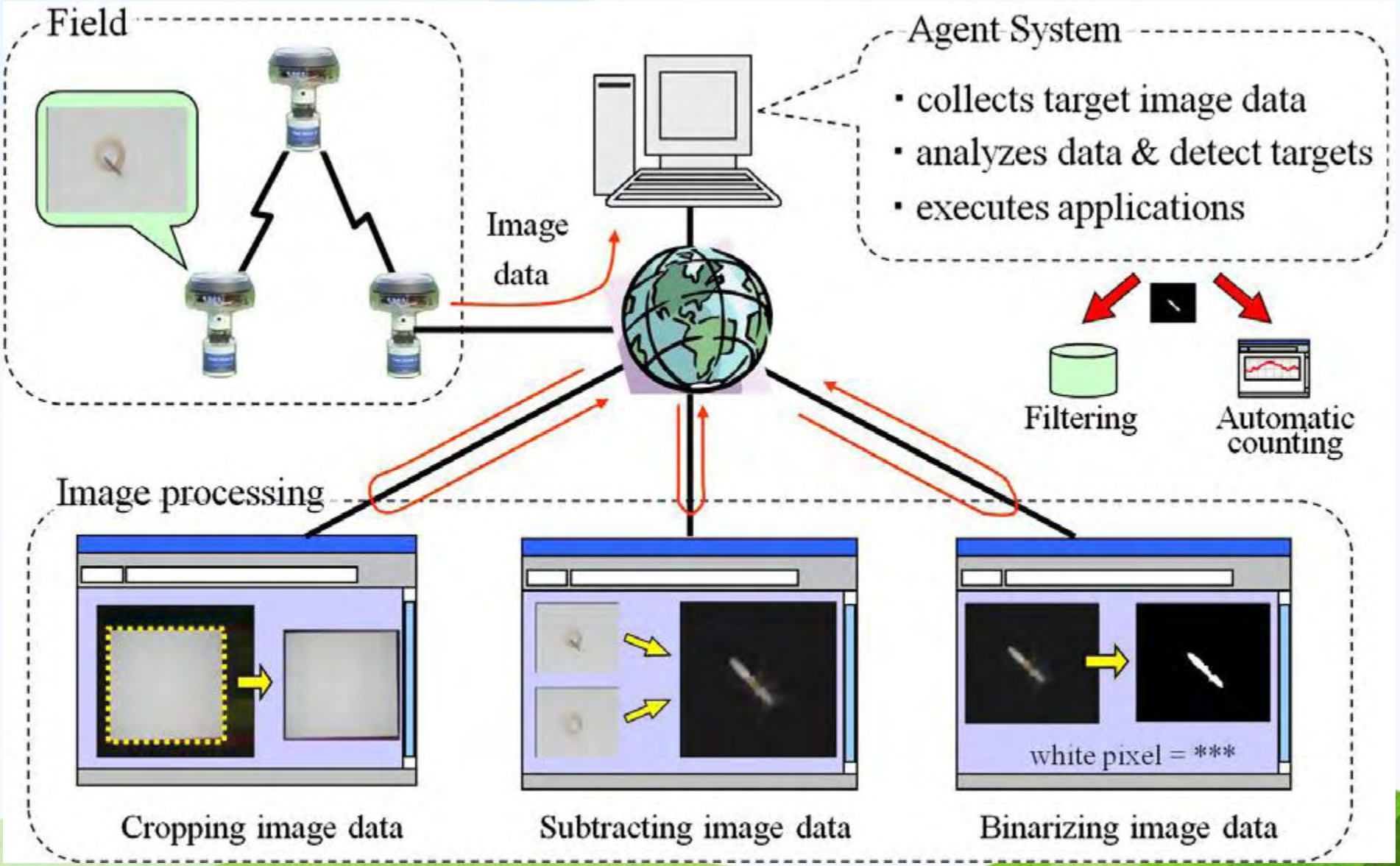
PRINCIPIO ATTIVO	ATTIVITÀ	FORMULATI REGISTRATI
Azadiractina	insetticida	9
Lecitina di soia	coadiuvante	1
Olio di colza	coadiuvante	2
Olio di menta (L-carvone)	Anti-germogliante patata	1
Olio di soia	coadiuvante	4
Pinolene	coadiuvante	2
Piretrine	insetticida	16

da Benuzzi, 2013

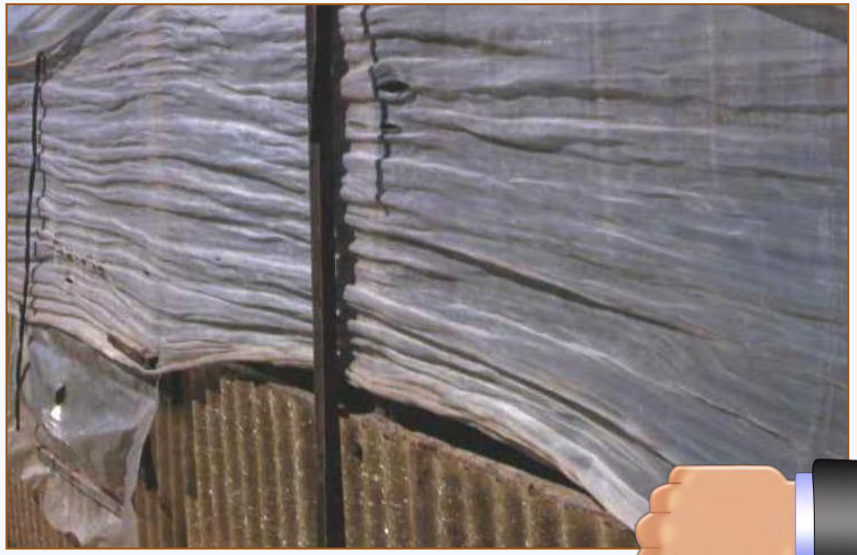
Sviluppo di sensori



Analisi di immagini



Reti escludi insetto



Reti impregnate con insetticidi

Habitat management

pratiche agronomiche atte a diversificare l'agrosistema al fine di rendere l'ambiente meno favorevole allo sviluppo delle popolazioni dei fitofagi (riproduzione,dispersione, sopravvivenza)

Incrementare le strutture ecologiche di supporto (siepi, aree rifugio) in quanto fonte di alimento e prede alternative

Conservazione della flora spontanea ai margini delle colture agrarie

auspicabile per favorire l'incremento della diversità biologica dell'agroecosistema

Norme tecniche regionali

POMODORO IN COLTURA PROTETTA

AVVERSITA'	CRITERI D'INTERVENTO	SOSTANZE ATTIVE, AUSILIARI E MEZZI BIOTECNICI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
Nottue terricole (*Agrotis ipsilon, A. segetum*)	*Interventi chimici* Nelle prime settimane dopo il trapianto, intervenire all'inizio dell'infestazione lungo la fila.	Azadiractina Piretro naturale Alfacipermetrina (1) Ciflutrin (1) Clorpirifos etile (2) (3) Deltametrina (1) Zeta-cipermetrina (1)	(1) Al massimo due interventi per ciclo colturale tra Piretroidi ed Etofenprox, indipendentemente dall'avversità. (2) Tra Clorpirifos etile e Clorpirifos metile al massimo un intervento all'anno indipendentemente dall'avversità. (3) Da utilizzare solo in formulazione granulare al terreno in alternativa a un intervento con piretroidi.
Nottue fogliari (*Spodoptera littoralis, Chrysodeixis chalcites, Helicoverpa armigera Autographa gamma*)	Si consiglia l'uso di trappole innescate con feromone sessuale specifico, una per serra e specie, per segnalare il probabile inizio dell'infestazione; alle prime catture intensificare i controlli sulla coltura. *Interventi biologici* Alla presenza delle larve di prima età intervenire con *Bacillus thuringiensis*, ripetendo il trattamento, se necessario, a cadenza settimanale. *Interventi chimici* Si consiglia di intervenire all'inizio delle infestazioni.	*Bacillus thuringiensis* *Spodoptera littoralis* Nucleopoliedrovirus (SpliNPV) Azadiractina Spinosad (1) Alfacipermetrina (2) Ciflutrin (2) Clorantraniliprole (3) Deltametrina (2) Emamectina benzoato (4) Indoxacarb (5) Lambda-cialotrina (2) Lufenuron (6) Metaflumizone (7) Zeta-cipermetrina (2)	(1) Al massimo tre interventi per ciclo colturale indipendentemente dall'avversità. (2) Al massimo due interventi per ciclo colturale tra Piretroidi ed Etofenprox, indipendentemente dall'avversità. (3) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (4) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità, tre in caso di presenza di *Tuta absoluta*. (5) Al massimo quattro interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (6) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità; solo su *Helicoverpa armigera*. (7) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità.

AVVERSITA'	CRITERI D'INTERVENTO	SOSTANZE ATTIVE, AUSILIARI E MEZZI BIOTECNICI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
Afidi (*Myzus persicae, Aphis gossypii, Macrosiphum euphorbiae*)	*Interventi agronomici* Non eccedere con le concimazioni azotate. *Interventi chimici* Inizio comparsa di melata ed in caso di inefficace contenimento degli entomofagi: coccinellidi, sirfidi, crisopidi, imenotteri parassitoidi, ecc.	Sali di potassio degli acidi grassi Olio minerale (1) Piretro naturale Acetamiprid (2) (3) Etofenprox (4) Flonicamid (5) Imidacloprid (2) (6) Pymetrozine (7) Spirotetramat (8) Thiamethoxam (2) (9)	(1) Utilizzabile prima dell'inizio della fioritura, anche in miscela con una delle altre s.a., al fine di limitare la diffusione delle virosi. (2) Al massimo un intervento per ciclo colturale con Neonicotinoidi, indipendentemente dall'avversità. (3) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (4) Al massimo due interventi per ciclo colturale con Piretroidi ed Etofenprox, indipendentemente dall'avversità. (5) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità, autorizzato solo su *Myzus persicae* e *Aphis gossipii*. (6) Al massimo un intervento all'anno indipendentemente dall'avversità. (7) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità e solo se si eseguono lanci di insetti utili. (8) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (9) Somministrabile anche per immersione delle piantine prima del trapianto e, dopo la crisi di trapianto, direttamente al terreno o con l'irrigazione a goccia.

AVVERSITA'	CRITERI D'INTERVENTO	SOSTANZE ATTIVE, AUSILIARI E MEZZI BIOTECNICI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
Aleirodidi (*Trialeurodes vaporariorum, Bemisia tabaci)*	*Interventi meccanici* Utilizzo di idonee reti escludi-insetti (20x10 fili/cm in ordito per trama) per schermare l'intera superficie delle serre al fine di impedire l'ingresso degli aleirodidi. Creazione di una camera d'ingresso con doppie porte schermate con la medesima rete escludi-insetti e panelli gialli invischiati di colla per catturare gli adulti. *Interventi agronomici* Non eccedere con le concimazioni azotate. *Interventi biologici* Preventivamente introdurre, in uno o più rilasci, *Eretmocerus eremicus* (1 individuo/mq) o *Amblyseius swirskii* (30-50 individui/mq); sui focolai d'infestazione elevare le dosi rispettivamente a 20 individui/mq e 80-120 individui/mq, o introdurre *Macrolophus caliginosus* (1 individuo/mq). *Interventi fisici* Utilizzo di plastiche fotoselettive con effetto repellente. *Interventi chimici* Intervenire all'inizio delle infestazioni.	*Amblyseius swirskii* *Eretmocerus eremicus* *Macrolophus caliginosus* *Beauveria bassiana* Sali di potassio degli acidi grassi Azadiractina Piretro naturale Acetamiprid (1) (2) Buprofezin Ciflutrin (3) Flonicamid (3) Imidacloprid (1) (5) Pymetrozine (6) Pyriproxyfen (7) Spiromesifen (8) Spirotetramat (9) Thiacloprid (1) Thiamethoxam (1) (10) Zeta-cipermetrina (2)	(1) Al massimo un intervento per ciclo colturale con Neonicotinoidi, indipendentemente dall'avversità. (2) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (3) Al massimo due interventi per ciclo colturale tra Piretroidi ed Etofenprox, indipendentemente dall'avversità. (4) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (5) Al massimo un intervento all'anno indipendentemente dall'avversità. (6) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità e solo se si eseguono lanci di insetti utili. (7) Al massimo un intervento per ciclo colturale. (8) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. In caso di tre interventi è necessario alternarlo con altre sostanze attive. (9) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (10) Somministrabile anche per immersione delle piantine prima del trapianto e, dopo la crisi di trapianto, direttamente al terreno o con l'irrigazione a goccia.
Tripidi (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips* spp.)	Si consiglia di collocare trappole cromo - attrattive azzurre per individuare precocemente la presenza del fitofago. *Interventi biologici* All'inizio della fioritura introdurre, in uno o più rilasci, *Orius laevigatus* (1-2 individui/mq). Se si utilizzano insetticidi di sintesi, attendere almeno 20 giorni prima di iniziare i lanci. *Interventi chimici*	*Beauveria bassiana* *Orius laevigatus* Spinosad (1) Clorpirifos metile (2) Lufenuron (3)	(1) Al massimo tre interventi per ciclo colturale indipendentemente dall'avversità. (2) Tra Clorpirifos etile e Clorpirifos metile al massimo un intervento all'anno indipendentemente dall'avversità. (3) Al massimo due interventi all'anno indipendentemene dall'avversità.

AVVERSITA'	CRITERI D'INTERVENTO	SOSTANZE ATTIVE, AUSILIARI E MEZZI BIOTECNICI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
Tignola del pomodoro *(Tuta absoluta)*	*Interventi meccanici* Utilizzare idonee reti escludi-insetto (almeno 10x6 fili/cm in ordito per trama) per schermare tutte le aperture delle serre al fine di impedire l'ingresso degli adulti *Interventi biotecnici* Esporre trappole innescate con feromone sessuale per monitorare il volo dei maschi. Esporre trappole elettrofluorescenti per la cattura massale degli adulti. *Interventi biologici* Valorizzare l'azione dei nemici naturali efficaci, tra i quali alcuni Eterotteri (Miridi) predatori e alcuni parassitoidi di uova. *Interventi chimici* Soglia di intervento: alla presenza del fitofago. - Si consiglia di intervenire al manifestarsi delle prime gallerie sulle foglie - Ogni sostanza attiva va ripetuta due volte a distanza di 7-10 giorni - Alternare le ss.aa. disponibili per evitare fenomeni di resistenza	Azadiractina (1) Emamectina benzoato (2) Indoxacarb (3) Metaflumizone (4) Spinosad (5) Clorantraniliprole (6)	(1) Al momento autorizzati solo formulati commerciali impiegabili in fertirrigazione. (2) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità, tre in caso di presenza di *Tuta absoluta*. (3) Al massimo due interventi per ciclo colturale indipendentemente dall'avversità e non più di quattro all'anno. (4) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (5) Al massimo tre interventi per ciclo colturale indipendentemente dall'avversità. (6) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità.
Minatori fogliari (*Liriomyza* spp.)	*Interventi chimici* Intervenire solo in presenza di scarsa parassitizzazione da *Diglyphus isaea*.	*Diglyphus isaea* Spinosad (1) Ciromazina	Al massimo due interventi per ciclo colturale contro questa avversità. (1) Al massimo tre interventi per ciclo colturale indipendentemente dall'avversità.

AVVERSITÀ	CRITERI D'INTERVENTO	AUSILIARI E MEZZI BIOTECNICI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
Ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*)	*Interventi agronomici* Limitare le fertilizzazioni azotate e le altre pratiche che incrementano il vigore vegetativo. *Interventi biologici* Preventivamente introdurre, in uno o più rilasci, *Amblyseius andersoni* (6 individui/mq). Alla presenza del ragnetto rosso introdurre, in uno o più rilasci, *Phytoseiulius persimilis* (4-12 individui/mq) o di *Amblyseius andersoni* (20 individui/mq). Se si utilizzano insetticidi di sintesi, attendere almeno 20 giorni prima di iniziare i lanci. La presenza di *Phytoseiulus persimilis* indigeno in ragione di 1/10 forme mobili di *Tetranychus urticae* assicura il contenimento dell'infestazione. Altri predatori indigeni, quali *Orius* spp. e *Stethorus punctillum* possono bloccare le infestazioni. *Interventi chimici* Intervenire alla comparsa di decolorazioni fogliari e nel caso di insufficiente presenza di predatori.	*Beauveria bassiana* *Phytoseiulus persimilis* *Amblyseius andersoni* Sali di potassio degli acidi grassi Abamectina (1) Acequinocyl Clofentezine Bifenazate Etoxazole Exitiazox Fenpiroximate Pyridaben Spiromesifen (2) Tebufenpirad	Al massimo due interventi per ciclo colturale contro questa avversità, ad esclusione dei Sali di potassio degli acidi grassi. (1) Al massimo due interventi per ciclo colturale indipendentemente dall'avversità. (2) Al massimo tre interventi all'anno indipendentemente dall'avversità
Acaro rugginoso (*Aculops lycopersici*)	*Interventi biologici* Preventivamente introdurre, in uno o più rilasci, *Amblyseius andersoni* (6 individui/mq). Alla presenza dell'acaro introdurre, in uno o più rilasci, *Amblyseius andersoni* (20 individui/mq). *Interventi chimici* Intervenire all'inizio dell'infestazione.	*Amblyseius andersoni* Abamectina (1)	(1) Al massimo due interventi per ciclo colturale indipendentemente dall'avversità.
Oidio (*Leveillula taurica*, *Erysiphe* spp.)	*Interventi chimici* Intervenire al manifestarsi dei sintomi, ad esclusione dello zolfo che può essere usato preventivamente.	*Ampelomyces quisqualis* Zolfo Azoxystrobin (1) (2) Bupirimate Cyflufenamid (3) Difenoconazolo (4) Miclobutanil (4) Penconazolo (4) Pyraclostrobin (1) + Boscalid (5) Tebuconazolo (4) Triadimenol (4)	(1) Al massimo tre interventi all'anno tra Azoxystrobin, Famoxadone e Pyraclostrobin, indipendentemente dall'avversità. (2) Al massimo due interventi all'anno indipendentemente dall'avversità. (3) Al massimo due interventi all'anno. (4) Al massimo tre interventi all'anno con IBE, indipendentemente dall'avversità. (5) Al massimo tre interventi all'anno indipendentemente dall'avversità.