



APPROCCIO SOFT ALLA DIFESA FITOSANITARIA DELLE COLTURE ORTICOLE

Lucia Zappalà

Dip. di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente
Università di Catania

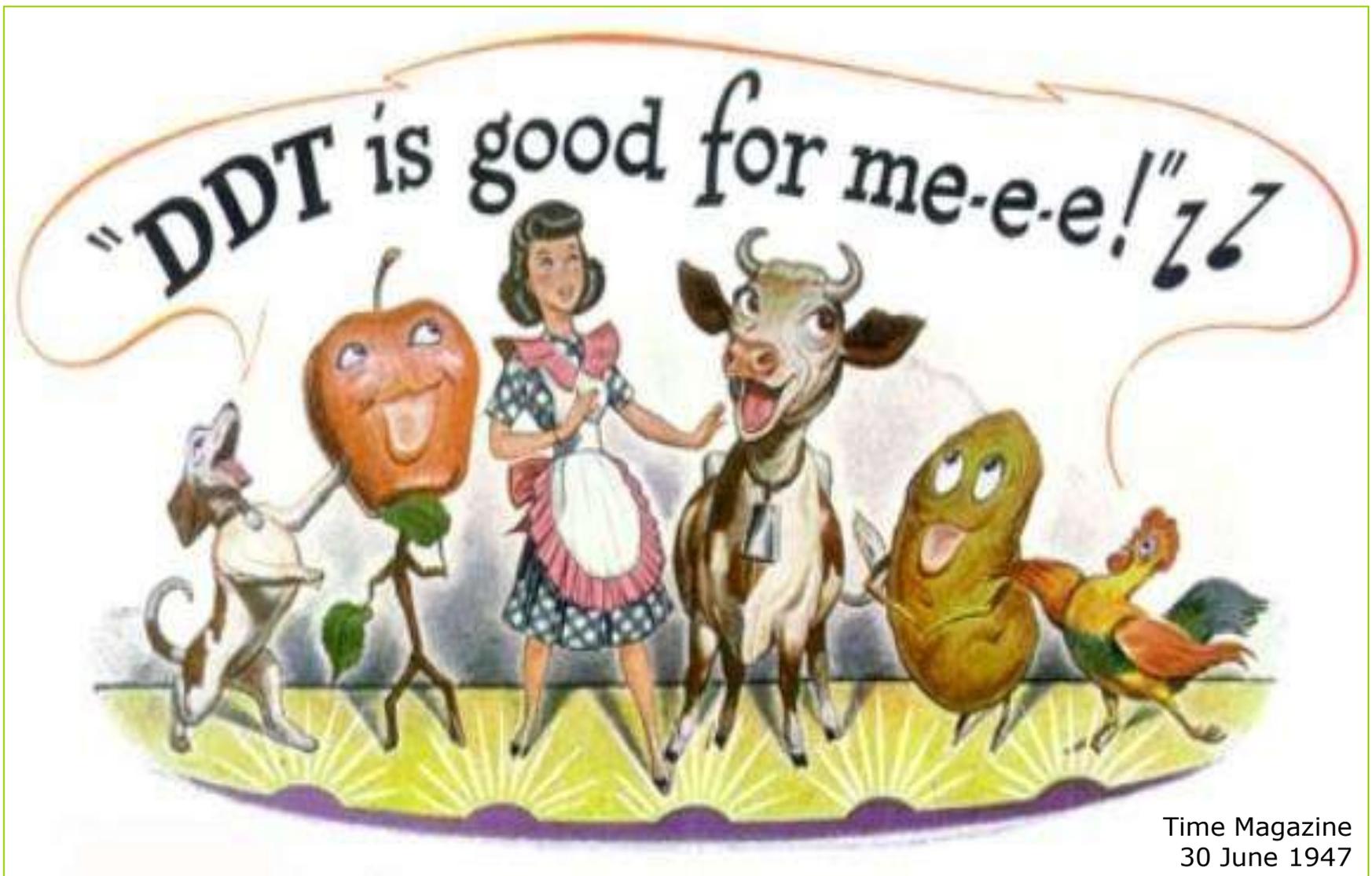


Seminario

**“Scienza e tecniche per la sostenibilità
dell’agricoltura”**

Castel San Pietro Terme - 19 settembre 2015





Time Magazine
30 June 1947

1948 - Premio Nobel a P.H.Müller per la scoperta delle proprietà insetticide del **DDT**

EVOLUZIONE dei METODI DI PROTEZIONE DELLE COLTURE

- **LOTTA CHIMICA CIECA**
 - ✓ uso di pesticidi secondo schemi fissi
- **LOTTA CHIMICA CONSIGLIATA**
 - ✓ impiego ragionato di pesticidi
- **LOTTA GUIDATA**
 - ✓ sistemi di monitoraggio, soglie economiche, impiego pesticidi a basso impatto ambientale
- **LOTTA INTEGRATA**
 - ✓ soglie economiche, pesticidi a basso impatto ambientale, introduzione di mezzi di lotta alternativi a quelli chimici (biologici, biotecnici, fisici, agronomici)

FASE STATICA



FASE STATICA MIGLIORATA



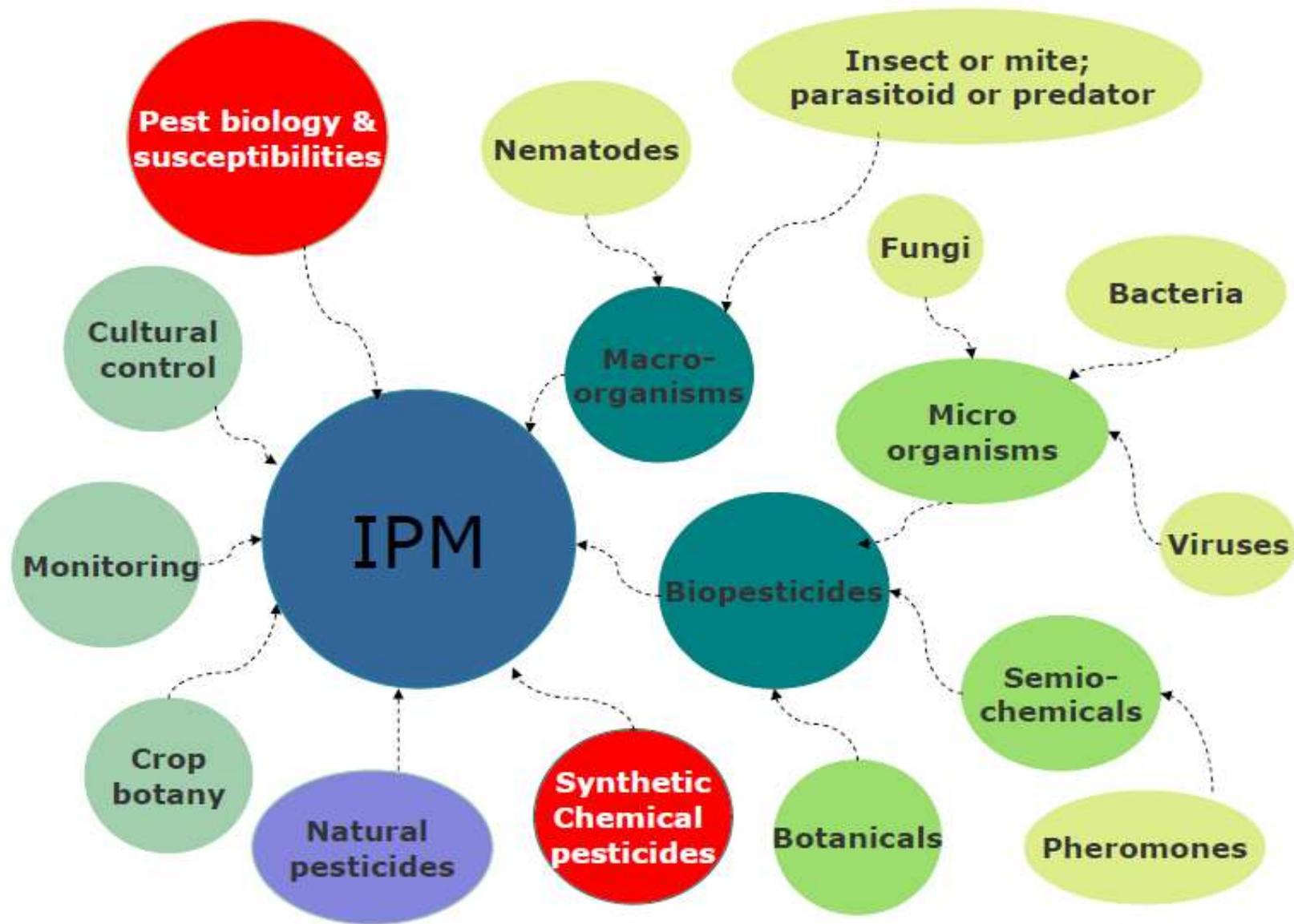
FASE TRANSITORIA



FASE DINAMICA

Dal chimico all'integrato

- Introduzione dei metodi di produzione "ECOCOMPATIBILI" tramite la riduzione degli input chimici
- Favorire le produzioni di tipo "INTEGRATO"
- Agricoltura Sostenibile
 - ✓ comprende tutte le tecniche che riducono l'impatto chimico applicate in campo agricolo



IPM: strategie fondamentali

- Protezione indiretta delle piante – Prevenzione
 - ✓ Uso ottimale delle risorse naturali
 - ✓ Limitazione tecniche colturali ad impatto ambientale negativo
 - ✓ Protezione e potenziamento di antagonisti naturali
- Sistemi di sorveglianza e previsione – Monitoraggio
 - ✓ Strumenti decisionali
- Protezione diretta delle piante – Controllo
 - ✓ Antagonisti biologici (entomofagi/entomopatogeni)
 - ✓ Uso di prodotti fitosanitari quanto più possibile selettivi

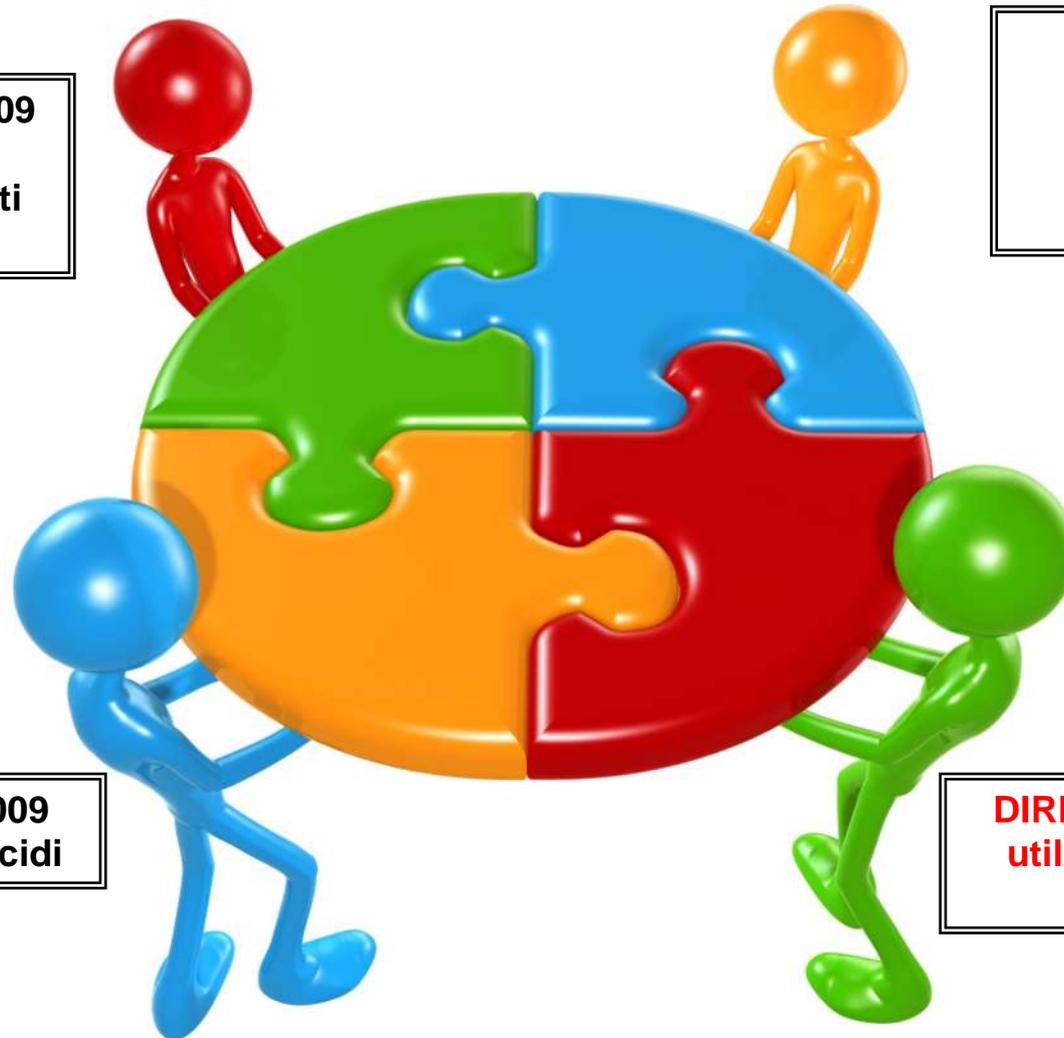
Normativa Europea

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

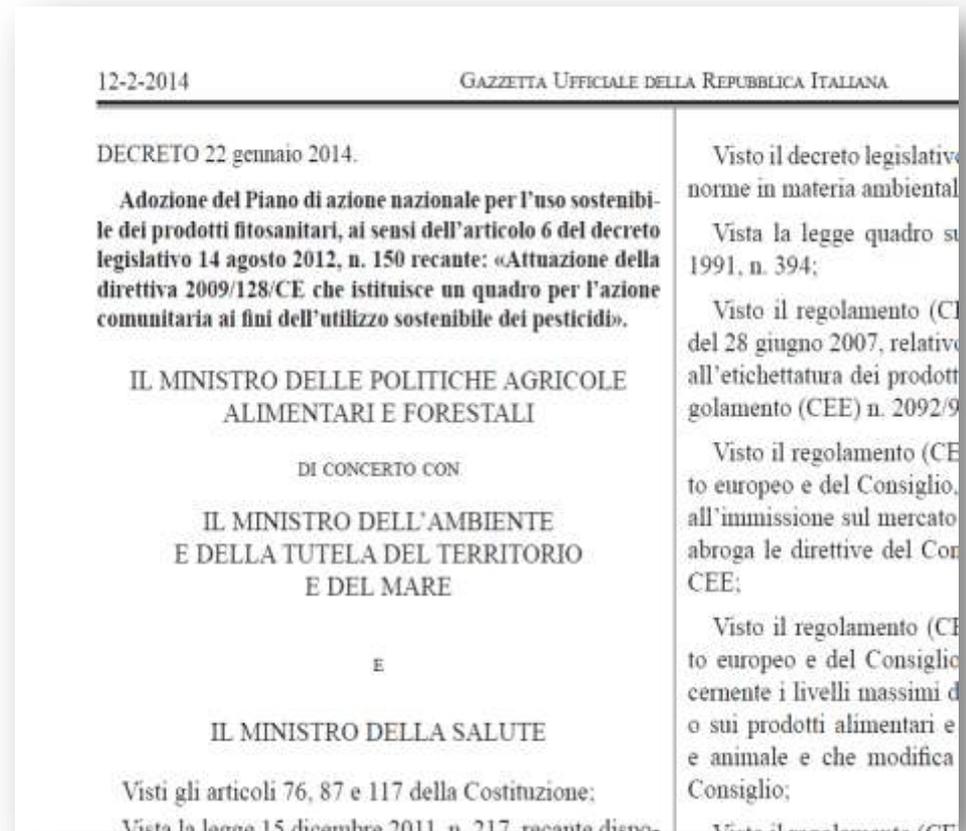


Normativa Europea

- 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

IPM: una scelta non più derogabile

- Il PAN (Decreto 22/1/2014) si propone di:
 - ✓
 - ✓ prevedere la **difesa a basso apporto di prodotti fitosanitari delle colture agrarie**, al fine di salvaguardare un alto livello di biodiversità e la protezione delle avversità biotiche delle piante, privilegiando le opportune tecniche agronomiche;
 - ✓ prevedere un **incremento delle superfici agrarie condotte con il metodo dell'agricoltura biologica**, ai sensi del regolamento (CE) 834/07 e **della difesa integrata volontaria** (legge n. 4 del 3 febbraio 2011);
 - ✓
 - ✓ Definire la figura del **consulente abilitato in difesa integrata e biologica**
 - ✓



Produzioni orticole

- Solanacee
 - ✓ pomodoro, melanzana, peperone, patata
- Cucurbitacee
 - ✓ Zucchino, cetriolo, melone, anguria
- Brassicacee
 - ✓ Cavolfiore, broccolo, cavolo, rapa, ravanello
- Carciofo
- Carota
- ...

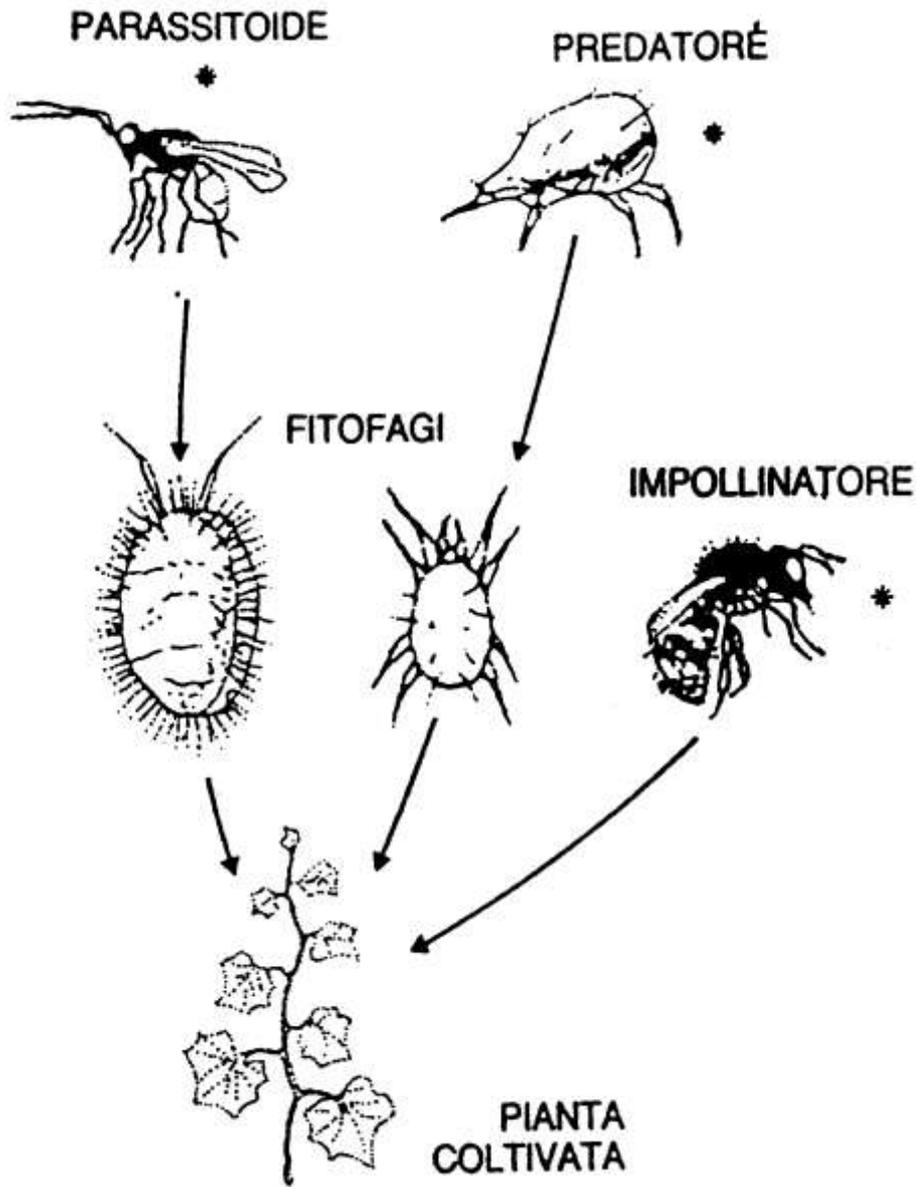
Serra

➤ “Agroecosistema” specializzato estremo, caratterizzato da condizioni ecologiche derivanti da:

- ✓ peculiarità microclimatiche
- ✓ complesso quadro varietale
- ✓ aspetti agronomici e fitoiatrici



Serra "chiusa"



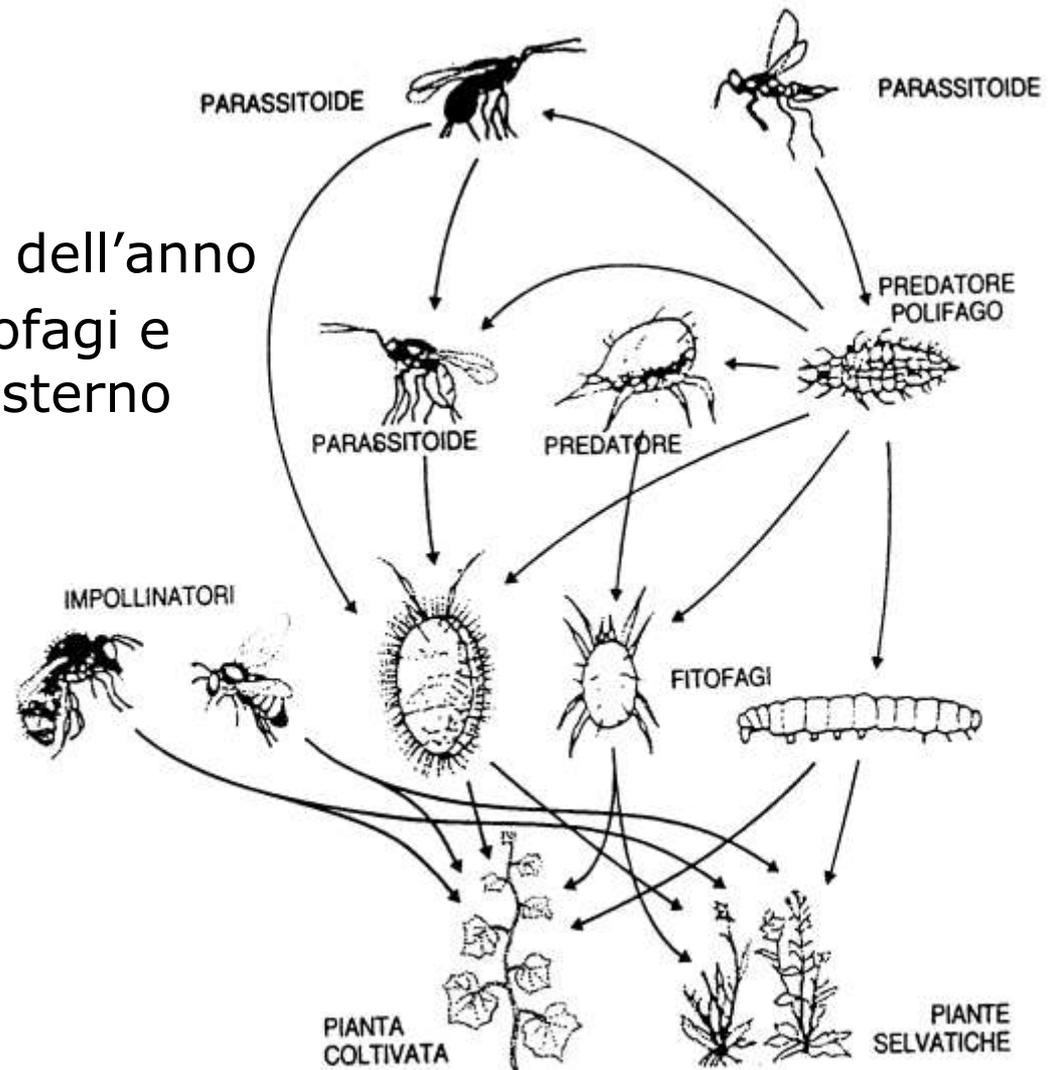
- Struttura biocenotica semplificata
 - ✓ termocondizionata
 - ✓ mancanza di ecotone
 - ✓ assenza di elementi di disturbo esterni



Serra "aperta"

➤ Struttura biocenotica complessa

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



Serra vs pieno campo

➤ Aspetti negativi

- ✓ sviluppo fitofagi di origine tropicale
- ✓ svernamento di fitofagi in stadi attivi
- ✓ Accesso limitato/impedito agli ausiliari
- ✓ maggior numero di generazioni
- ✓ forti rischi di contaminazione per l'operatore
- ✓ insorgenza di fenomeni di resistenza

➤ Aspetti positivi

- ✓ superfici ridotte consentono l'impiego di ausiliari in piccole quantità
- ✓ possibilità di regolare i parametri climatici
- ✓ barriere fisiche
- ✓ lotta chimica più difficile e costosa
- ✓ maggiore professionalità e sensibilità da parte degli operatori

Serra vs pieno campo

- 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

Fitofagi principali

➤ Tripidi

✓ *Thrips tabaci*

✓ *Frankliniella occidentalis*

➤ Aleirodi

✓ *Trialeurodes vaporariorum*

✓ *Bemisia tabaci*

➤ Afidi

✓ *Aphis gossypii*

✓ *Myzus persicae*

✓ *Macrosiphum euphorbiae*



Fitofagi principali

➤ Lepidotteri

- ✓ *Tuta absoluta*
- ✓ *Spodoptera littoralis*
- ✓ *Chrysodeixis chalcites*
- ✓ *Autographa gamma*
- ✓ *Agrotis segetum*



➤ Ditteri Agromizidi

- ✓ *Liriomyza trifolii*
- ✓ *Liriomyza bryoniae*

➤ Acari

- ✓ *Tetranychus urticae*
- ✓ *Polyphagotarsonemus latus*
- ✓ *Aculops lycopersici*



Fitofagi principali

➤ Nematodi

✓ Nematodi galligeni

- *Meloidogyne* spp.

✓ Nematodi cisticoli

- *Heterodera* spp.

✓ Nematode dorato (Solanacee)

- *Globodera rostochiensis*



Fitofagi chiave e metodi di controllo

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

Efficacia stimata	○	⊙	●
	Bassa	Media	Alta

INFORMAZIONI AZIENDALI

Superficie coltivata

- < 5.000 mq
- 5.000-20.000 mq
- > 20.000 mq

Tipologia difesa

- Convenzionale
- Integrata
- Biologica

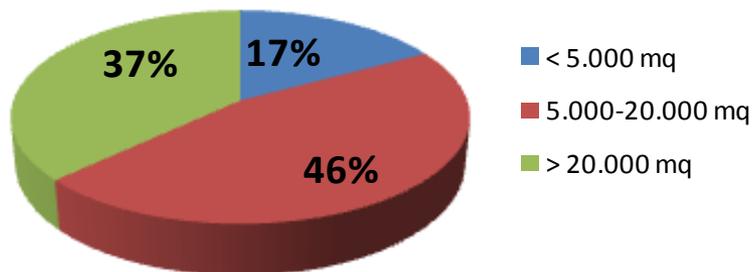
Tipologia colturale

- Tradizionale
- Fuori suolo
- Mista

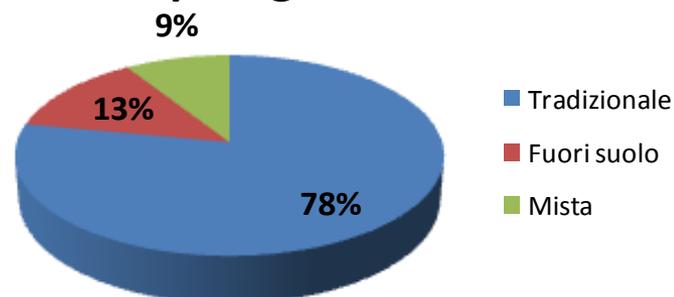
Struttura

- Legno e plastica
- Metallica
- Altro

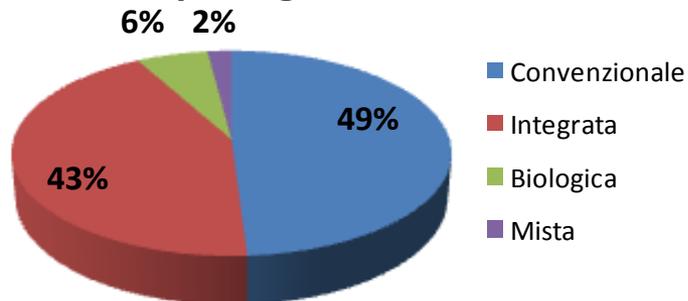
Superficie aziendale



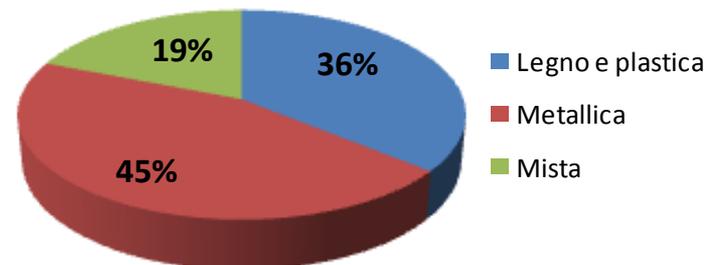
Tipologia colturale



Tipologia di difesa



Tipologia di struttura



Tuta absoluta (Meyrick)

➤ Origine e diffusione



2006-2014

2015

Fino al 2005



Tignola del pomodoro

- Lepidoptera:
Gelechiidae
- Elevato potenziale riproduttivo
 - ✓ >150 uova/femmina
- No diapausa
- Ampio host range
 - ✓ Piante coltivate e non
- Incrisalidamento anche nel suolo
- Fino a 13 generazioni/anno
- Adulti molto mobili



Ciclo biologico



adulto
 6 ÷ 7 gg ♂
 10 ÷ 15 gg ♀



uovo
 4 ÷ 8 gg



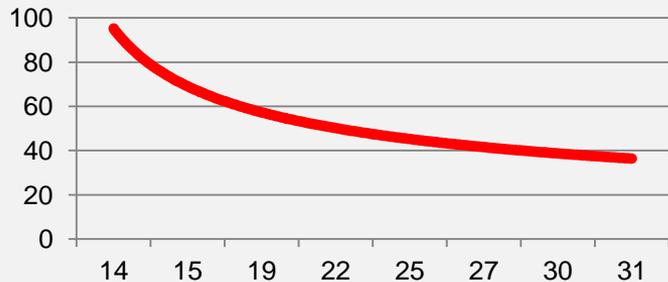
uovo/adulto
 20 ÷ 60 giorni



crisalide
 6 ÷ 12 gg



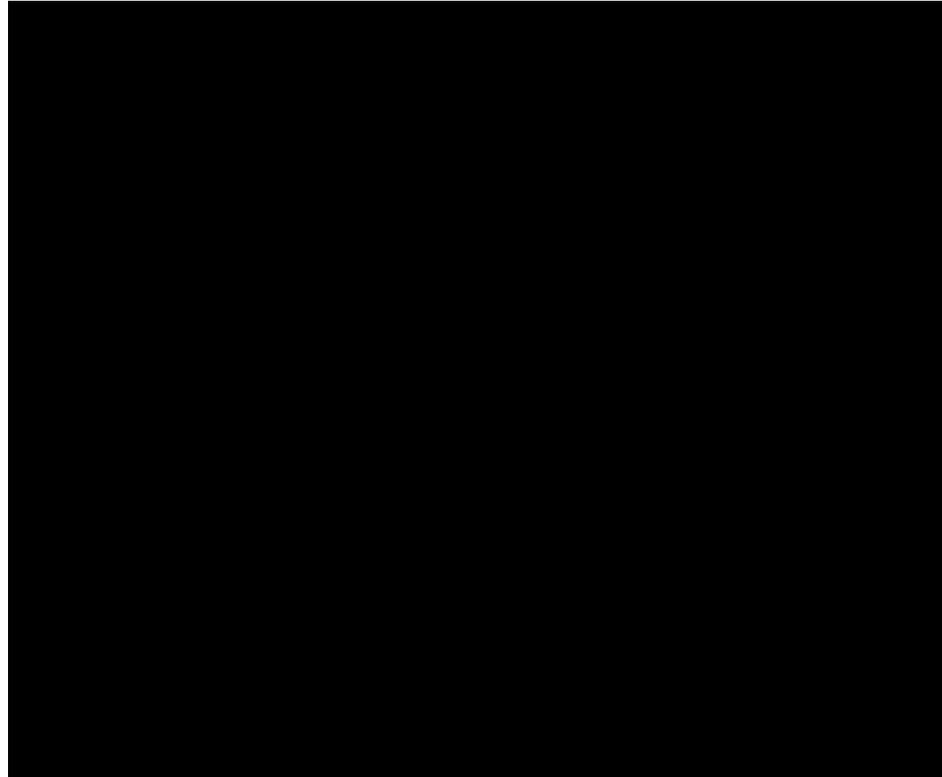
larva
 10 ÷ 20 gg



T°C	uovo	larva	crisalide	adulto	ciclo
30	4	11	5	9	20
15	10	36	20	23	66

Danni

- dannoso alle Solanacee (pomodoro, melanzana, peperone, patata)
- le larve possono infestare le colture dal vivaio fino alla raccolta



Danni

➤ Foglie, germogli, frutti



Fattori di mortalità

✓ Mortalità naturale in Brasile **92%** (Miranda,1998)

➤ 59% uova

✓ 45% mancata schiusa (cause abiotiche)

✓ 9% parassitizzazione

✓ 5% predazione

Fattore-chiave

➤ 33% larve

✓ 32,9% predazione (80% delle larve)

▪ prima, seconda età

✓ 0,1% parassitizzazione

Fattore-chiave

➤ 0,5% crisalidi

(!) In alcuni studi in serre aperte si riporta fino al 7%

Nemici naturali in Sud America

➤ Circa 50 specie di parassitoidi

✓ 17 ooparassitoidi

- Trichogrammatidae
- Encyrtidae
- Eupelmidae

✓ 29 parassitoidi larvali

- Tachinidae
- Bethylidae
- Ichneumonidae
- Braconidae
- Eulophidae

✓ 5 parassitoidi pupali

- Braconidae
- Chalcididae
- Eulophidae



(from Desneux et al., 2010)

Nemici naturali in Sud America

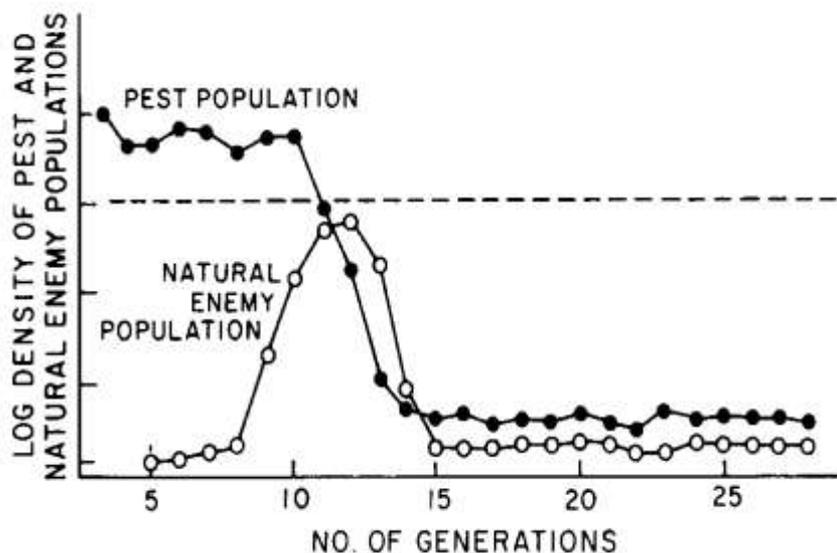
➤ Predatori (circa 40 specie)

- ✓ Araneidae
- ✓ Acari
 - Pyemotidae
- ✓ Coleoptera
 - Carabidae
 - Coccinellidae
- ✓ Dermaptera
- ✓ Hemiptera
 - Anthocoridae
 - Geocoridae
 - Nabidae
 - Pentatomidae
 - Reduviidae
- ✓ Neuroptera
 - Chysopidae
- ✓ Thysanoptera
 - Aelothripidae
 - Phlaeothripidae
 - Thripidae



Insediamiento di specie esotiche

- Da mettere in relazione con una più elevata competitività in confronto alle specie indigene nonché con un ridotto controllo da parte dei nemici naturali
- La conoscenza dei fattori biotici di contenimento è un elemento chiave nell'implementazione di qualunque strategia di controllo



Attività di ricerca

- Definizione del complesso dei nemici naturali nelle aree di nuova colonizzazione

- ✓ Identificare potenziali agenti di controllo biologico

- Parametri biologici

- ✓ *Bracon nigricans*

- ✓ *Nesidiocoris tenuis*

- Controllo integrato

- ✓ Confusione sessuale

- ✓ Zolfo

- Effetti secondari di pesticidi

- ✓ *Orius laevigatus*

- ✓ *Bracon nigricans*

- ✓ *Macrolophus pygmaeus*



Complesso dei nemici naturali

- 70 specie di artropodi sinora registrati
 - ✓ 20% predatori (15 specie)
 - ✓ 80% parassitoidi (>50 specie)



(Zappalà et al., 2013, J Pest Sci)

Controllo biologico

- Parassitoidi indigeni (Zappalà et al., 2012; 2013)
 - ✓ Diverse specie di Eulofidi e Ichneumonidi prontamente adattate
 - ✓ Rare specie oofaghe
 - ✓ Diffusi soprattutto in pieno campo con bassa % parassitizzazione
 - ***Necremnus tutae*** (presente anche in serra)
 - *Bracon nigricans*

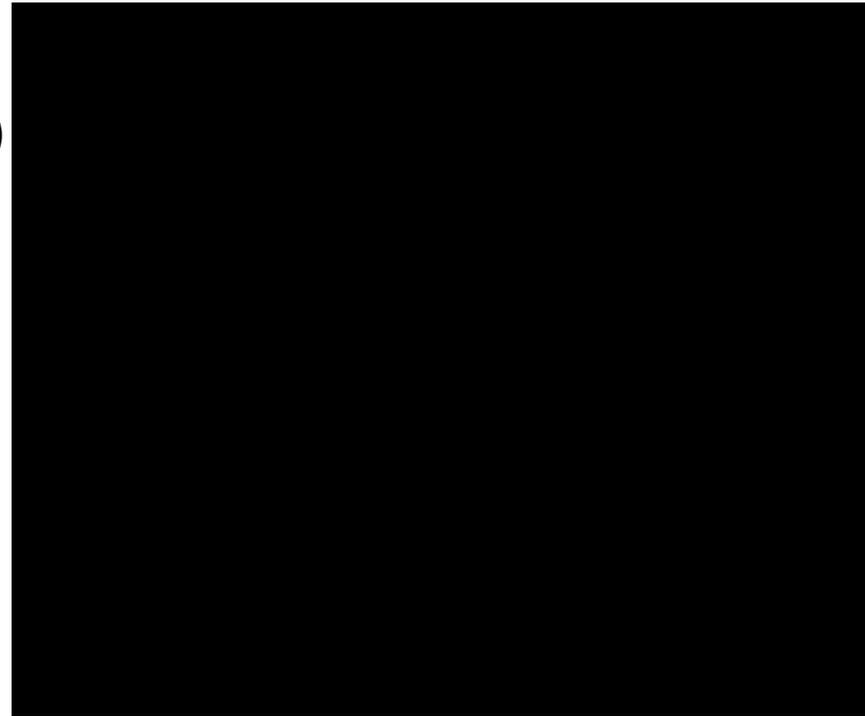
- Predatori indigeni (Tavella et al., 2011; Arnò et al., 2011; Urbaneja et al., 2008)
 - ✓ Miridi ampiamente diffusi
 - ***Nesidiocoris tenuis***
 - *Macrolophus pygmaeus*
 - *Dyciphus errans*

Controllo biologico

Parassitoidi

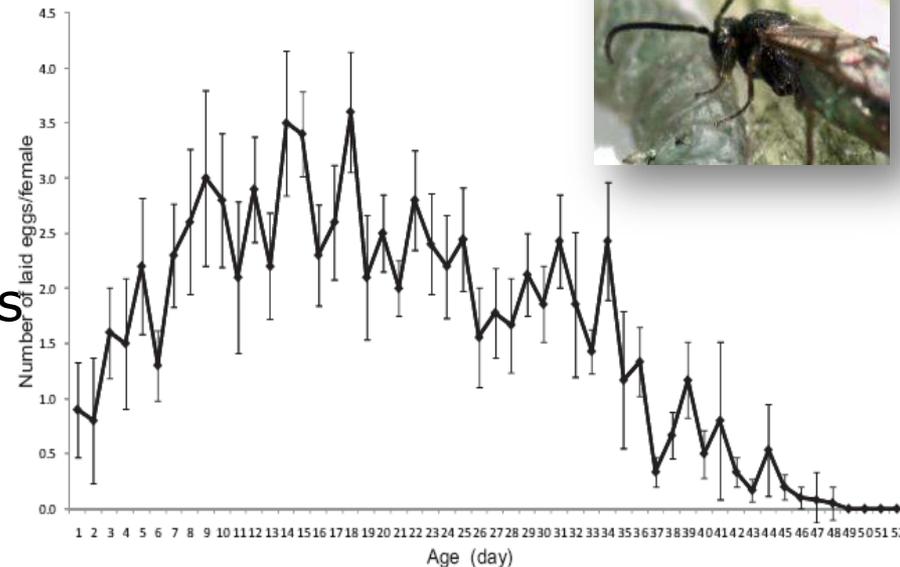
➤ *Bracon nigricans*

- ✓ Ectoparassitoide larvale (L3-L4)
- ✓ Distribuzione W-Paleartica
- ✓ Lepidotteri ospite
 - Tortricidae
 - Pyralidae
 - Noctuidae
 - Gelechiidae



Bracon nigricans

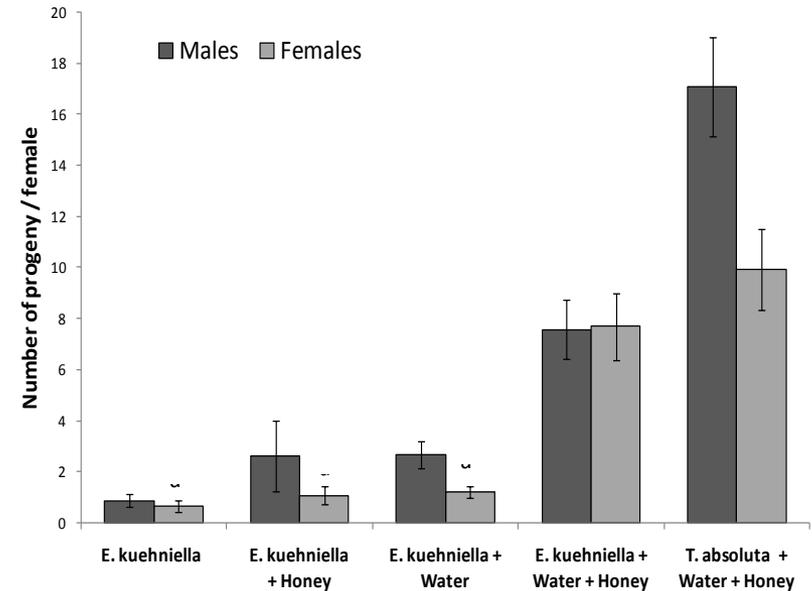
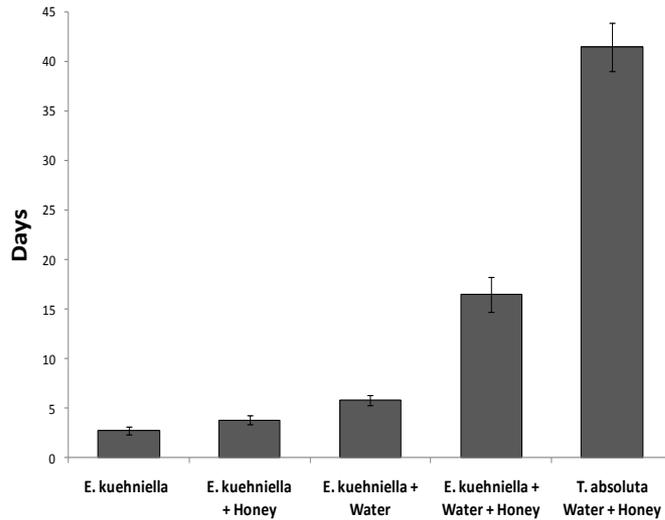
- 40% sopravvivenza stadi pre-immaginali
- durata sviluppo: 13d
- **Adulti longevi** (in media 42d)
- Breve periodo pre-ovideposizione (1.3d) e **lungo periodo di ovideposizione** (37.6d) (82.8 uova/f/vita)
- Specie sinovigenica
- **Host-killing**
 - ✓ Periodo di host-killing 39.7d (87.4 stadi uccisi/f/vita)
- Potenziale biotico (r_m) = 0.052 vs 0.132 di *T. absoluta*
- **Kill rate (K_m) = 0.121**



Bracon nigricans

➤ Potenziale di allevamento massale

✓ sulla Tignola della farina



➤ Host range

	N	Acceptance	Oviposition	Progeny production
<i>Spodoptera littoralis</i>	40	67.5 %	45 %	40 %
<i>Spodoptera exigua</i>	40	87.5 %	77.5 %	52.5 %
<i>Mamestra brassicae</i>	8	12.5 %	12.5 %	0 %
<i>Helicoverpa armigera</i>	12	16.6 %	0 %	0 %
<i>Ephestia kuehniella</i>	40	85.0 %	72.2 %	17.5 %
<i>Plodia interpunctella</i>	40	92.2 %	52.2 %	21 %
<i>Cadra figulilella</i>	20	45 %	25 %	0 %
<i>Nemapogon granella</i>	15	100 %	100 %	60 %
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	8	0 %	0 %	0 %
<i>Tuta absoluta</i>	40	100 %	100 %	85 %
		9/10	8/10	6/10

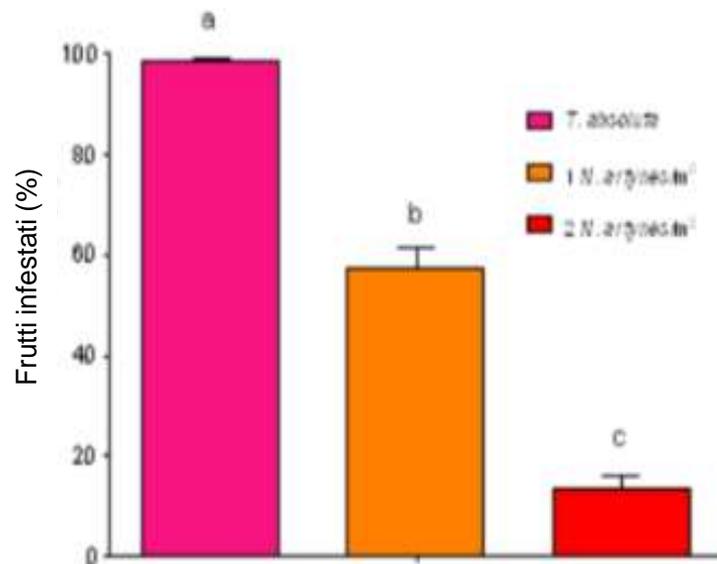
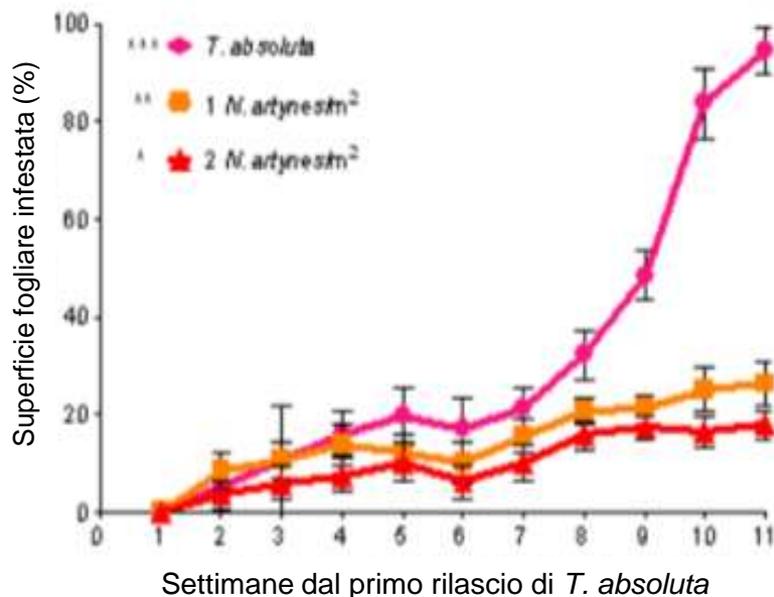
Controllo biologico

Parassitoidi



➤ *Necremnus tutae*

- ✓ Disponibile per rilasci inoculativi
- ✓ Possibile integrazione con *N. tenuis* e *B. thuringiensis*

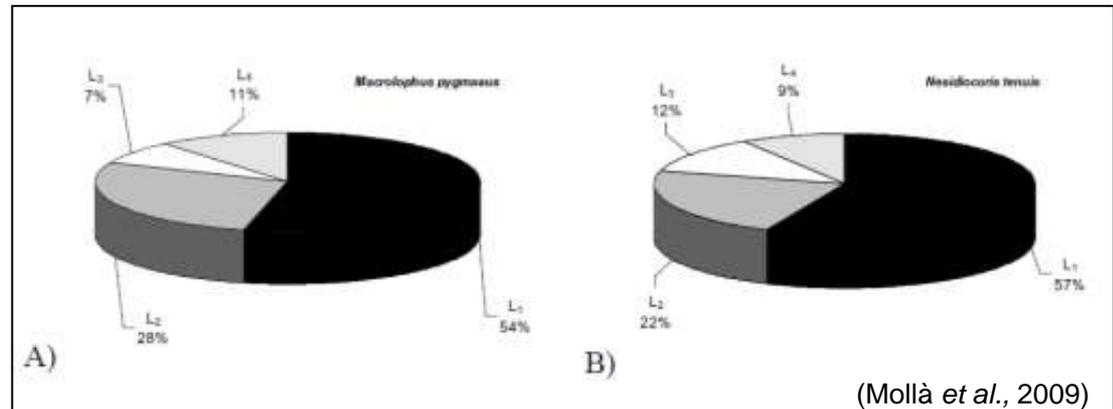
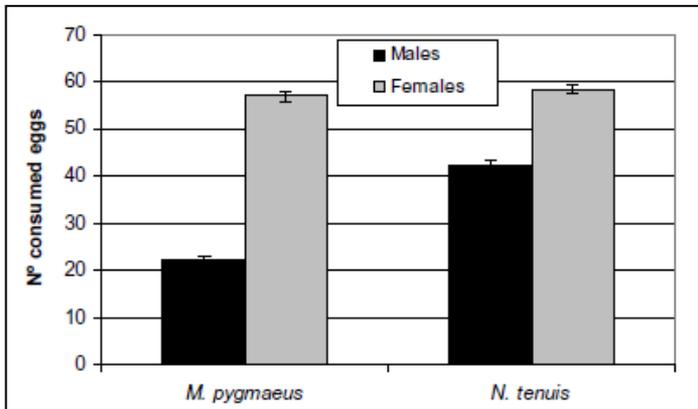


Controllo biologico

Predatori

- *Nesidiocoris tenuis*
- *Macrolophus pygmaeus*

- ✓ Ritenuti agenti di controllo biologico chiave nel Mediterraneo
 - predano attivamente aleirodi, tripidi, afidi, acari
 - **uova e larve (L1 pref.) di *T. absoluta***



(Mollà et al., 2009)

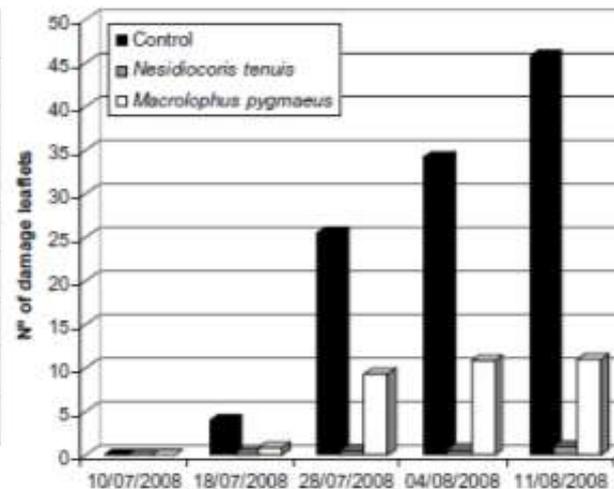
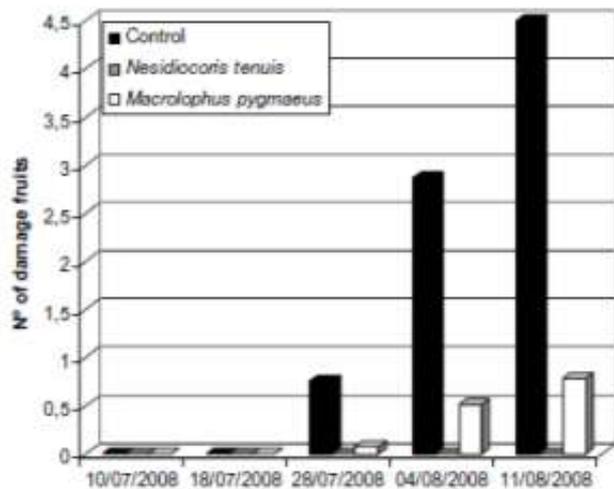
Controllo biologico

Predatori

➤ *Nesidiocoris tenuis*

✓ Rilasci inoculativi

- 1-5 esemplari/mq
- Sperimentati positivamente rilasci pre-trapianto in vivaio (0,5 esemplari/pianta) (Calvo et al., 2010)



Predatori - *Nesidiocoris tenuis*

➤ Danno di alimentazione

- ✓ Anelli necrotici su fusti, germogli, pezioli fogliari e assi fiorali
- ✓ Aree clorotiche sui frutti
- ✓ Aborti di fiori e frutti
- ✓ Ridotto sviluppo
- ✓ Riduzione produzione



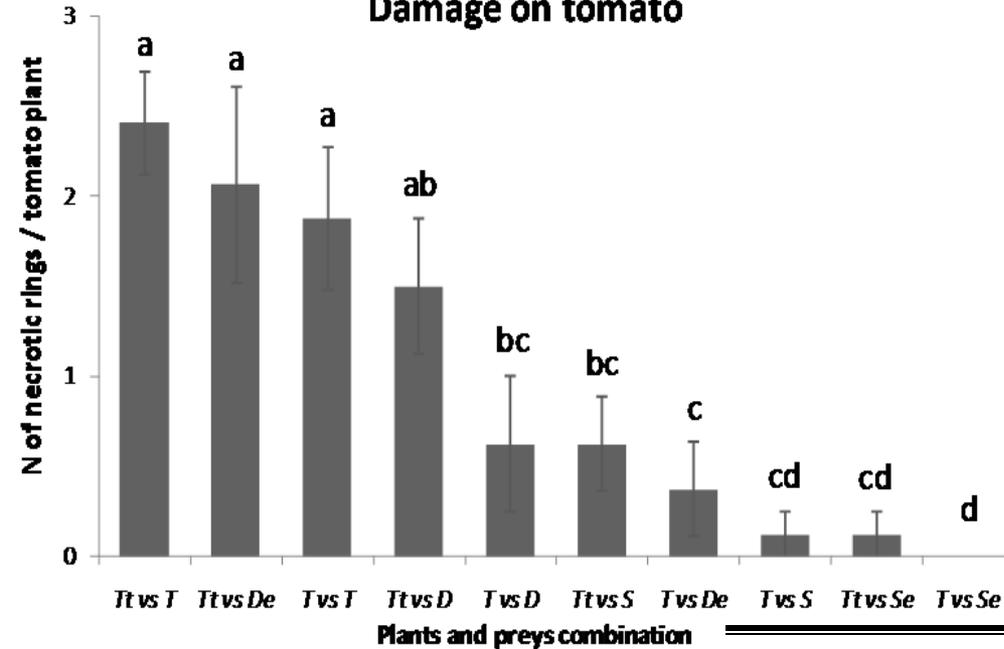
Nesidiocoris tenuis

- Valutazione di piante ospite alternative
 - ✓ *Dittrichia viscosa* L.
(Asteraceae)
 - ✓ *Sesamum indicum* (L.)
(Pedaliaceae)
(=Sesame)
 - Sul danno da *N. tenuis*
 - Sul controllo biologico di *T. absoluta*



Nesidiocoris tenuis

Damage on tomato



✓ Sesamo

- Più attrattivo
- Ha ridotto il danno ma non l'attività predatoria

- E' un ospite vegetale adeguato per lo sviluppo e l'ovideposizione di *N. tenuis* senza prede aggiuntive

	Tomato	<i>Dittrichia viscosa</i>	<i>Sesamum indicum</i>	
Nymph survival	0.00% ± 0.00 a	0.00% ± 0.00 a	99.6% ± 1.15 b	
Nymph development time (days)	females	-	14.2 ± 0.65 a	
	males	-	11.4 ± 0.67 b	
Lifetime fertility (n. nymphs/female)	2.03 ± 0.62 a	2.45 ± 0.74 a	61.05 ± 5.76 b	
Daily fertility (n. nymphs/female/day)	0.22 ± 0.06 a	0.21 ± 0.06 a	1.43 ± 0.21 b	
Longevity (days)	females	8.92 ± 0.62 a	11.15 ± 0.77 a	48.20 ± 3.39 b
	males	9.81 ± 0.68 a	7.00 ± 0.43 a	60.25 ± 4.24 b

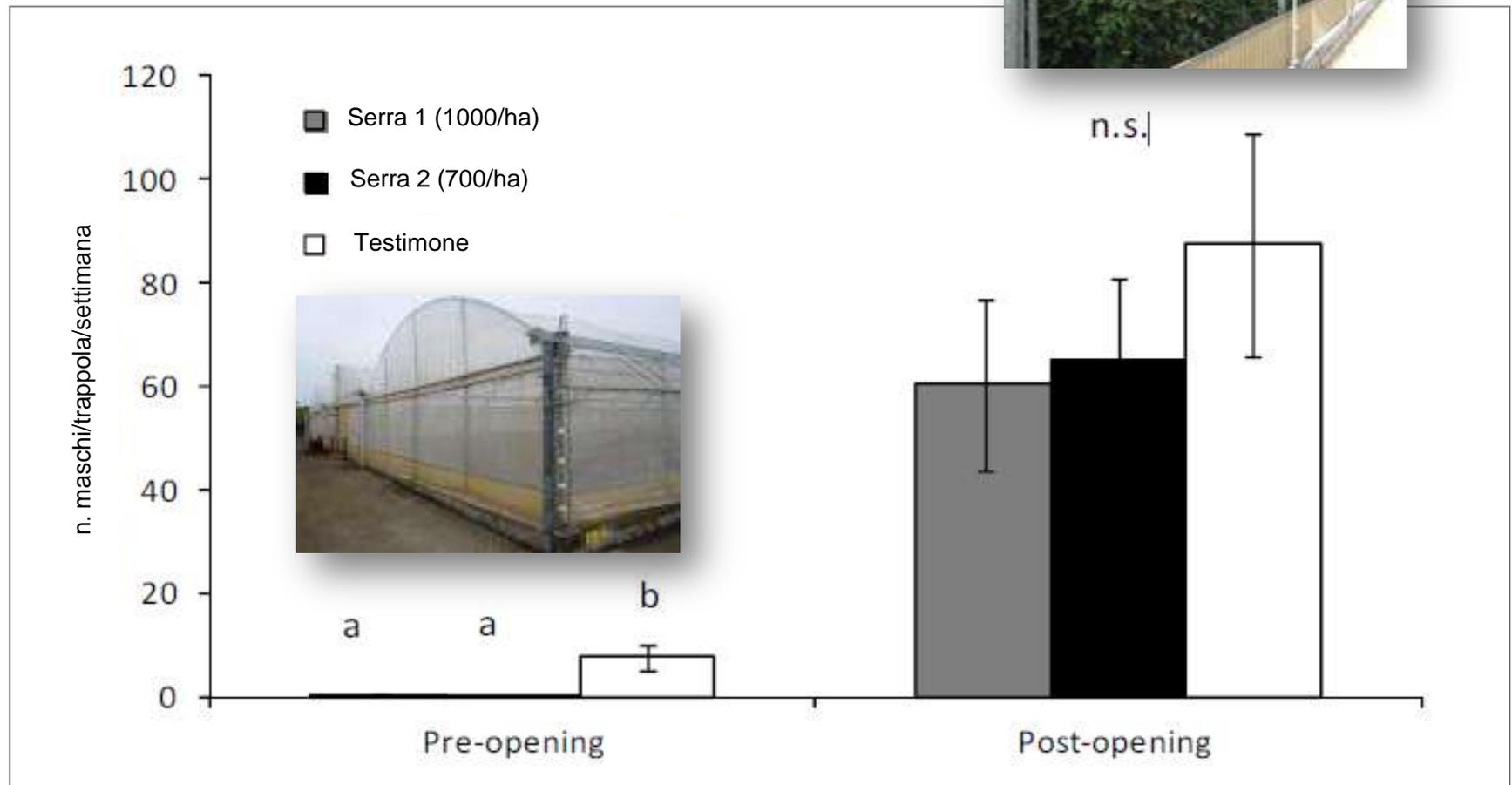
IPM - Confusione sessuale

- Varie tipologie di dispenser
- Diversa quantità di feromone (40-80 mg)
- Circa 1000 dispenser/ha



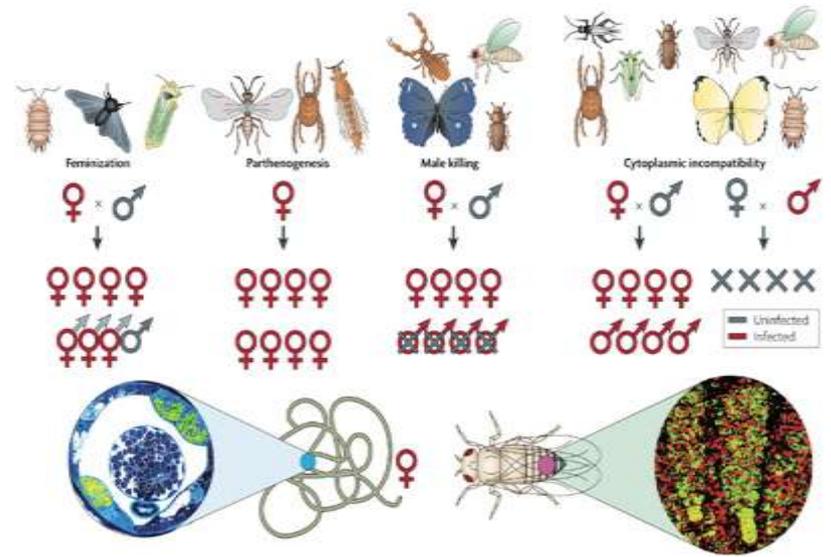
IPM - Confusione sessuale

➤ Prove effettuate in Sicilia



IPM – Confusione sessuale

- Segnalazioni di popolazioni partenogenetiche deuterotoche nel bacino del Mediterraneo (Caparros Megido et al., 2012 J.PestSci.; Abbes & Chermiti, 2014 Afr. Entomol.)
- Presenza di Wolbachia (Škaljac et al. 2012 Afr. Entomol.)



IPM - Cattura massale

➤ Trappole

- ✓ Feromoni
- ✓ Luminose
- ✓ Elettroluminescenti
- ✓ MISTE



IPM - Cattura massale

➤ Recenti implementazioni

- ✓ FEROLITE®
- ✓ TUTAROLL®
- ✓ TUTA BLACK®



IPM – Efficacia dello zolfo

➤ Tesi

- ✓ Zolfo in polvere
- ✓ Zolfo in polvere bagnabile

➤ Osservazioni

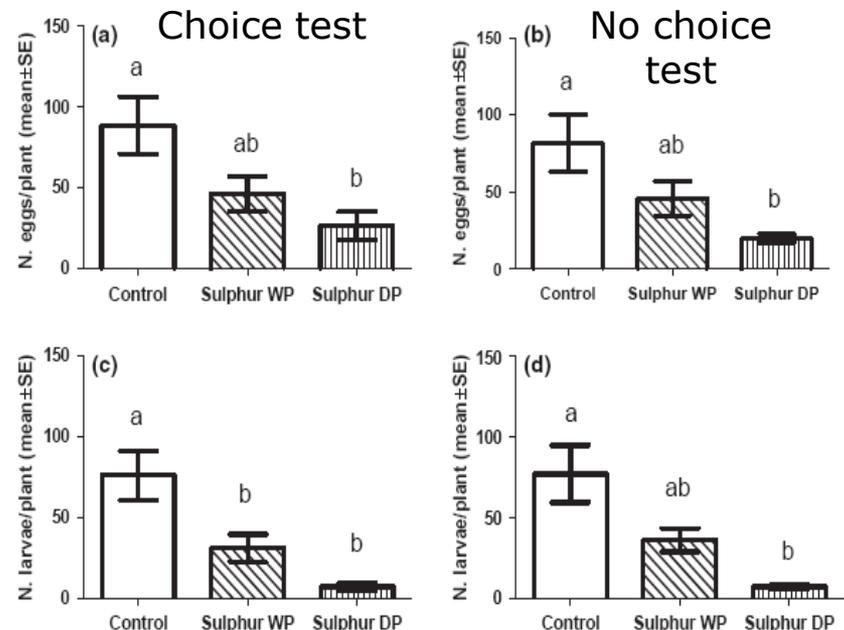
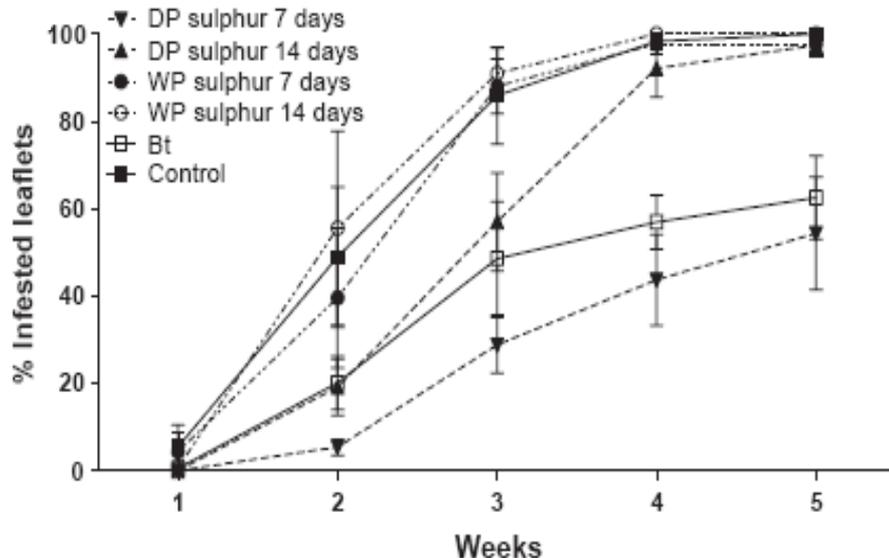
- ✓ Efficacia nel controllo di *T. absoluta* su pomodoro in condizioni di serra e di pien'aria
- ✓ Effetti secondari su *Nesidiocoris tenuis* in condizioni di laboratorio



IPM - Efficacia dello zolfo

➤ Zolfo in polvere

- ✓ Riduzione significativa delle infestazioni
- ✓ Effetto repellente sulle ovideposizioni in serra con trattamenti settimanali



(Zappalà et al., 2012 J.Appl.Entomol.)

IPM - Efficacia dello zolfo

➤ Zolfo in polvere

- ✓ Moderatamente dannoso come residuo fresco e leggermente dannoso come residuo di 7 giorni su *N. tenuis*
- ✓ Nessun effetto 14 gg dopo il trattamento

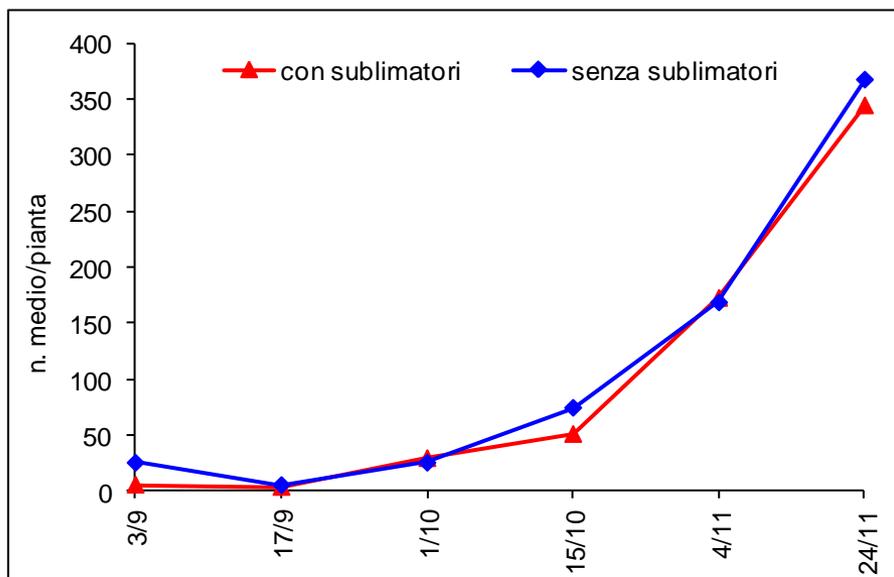
Residue	Product	Mortality (%) (mean ± SE)	Fertility (mean n progeny/female ± SE)	E (%) (IOBC category)
Fresh	WP Sulphur	36.89 ± 1.92ab	10.99 ± 0.71a	0.0 (1)
	DP Sulphur	50.89 ± 1.48b	3.19 ± 0.22b	83.1 (3)
	Control	25.80 ± 2.02a	12.43 ± 0.59a	–
7-days-old	WP Sulphur	44.25 ± 1.94a	7.38 ± 0.61a	0.0 (1)
	DP Sulphur	44.98 ± 1.86a	4.27 ± 0.39a	0.0 (1)
	Control	35.27 ± 1.98a	3.56 ± 0.37a	–
14-days-old	WP Sulphur	44.84 ± 2.07a	7.03 ± 0.51a	0.0 (1)
	DP Sulphur	35.47 ± 2.11a	1.08 ± 0.14a	0.0 (1)
	Control	30.73 ± 1.38a	4.32 ± 0.77a	–

Sublimatori di zolfo



Sublimatori di zolfo

➤ Aleirodi



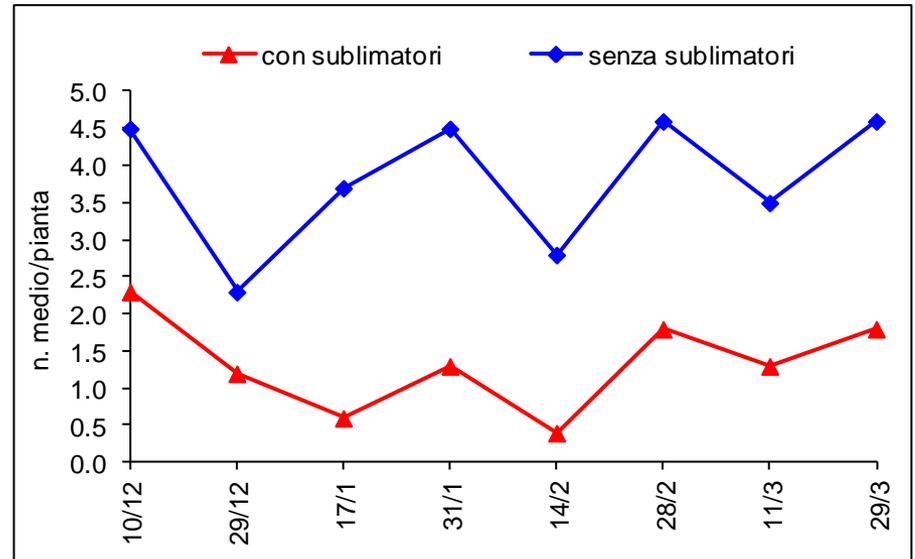
Tab. 2 - Percentuale di piante con sintomi del virus dell'accartocciamento fogliare giallo del pomodoro (TYLCD)

Data rilievo	Piante sintomatiche (%)	
	Serra con sublimatori	Serra senza sublimatori
<i>Ciclo estivo autunnale 2004</i>		
03/09/2004	0,1	4,2
01-10-2004(*)	12,3	20,1
04/11/2004	30,8	32,6
<i>Ciclo vernino-primaverile 2004-2005</i>		
10/12/2004	0,8	4,5
12/01/2005	1,2	4,9
14/02/2005	1,9	4,8
11/03/2005	2	5
<i>Ciclo autunno-primaverile 2006-2007</i>		
14/11/2006	0,4	7,9
24/12/2006	0,9	7
14/12/2006	3,1	6,8
28/12/2006	3,5	3,5
10/01/2007	4,7	1,3

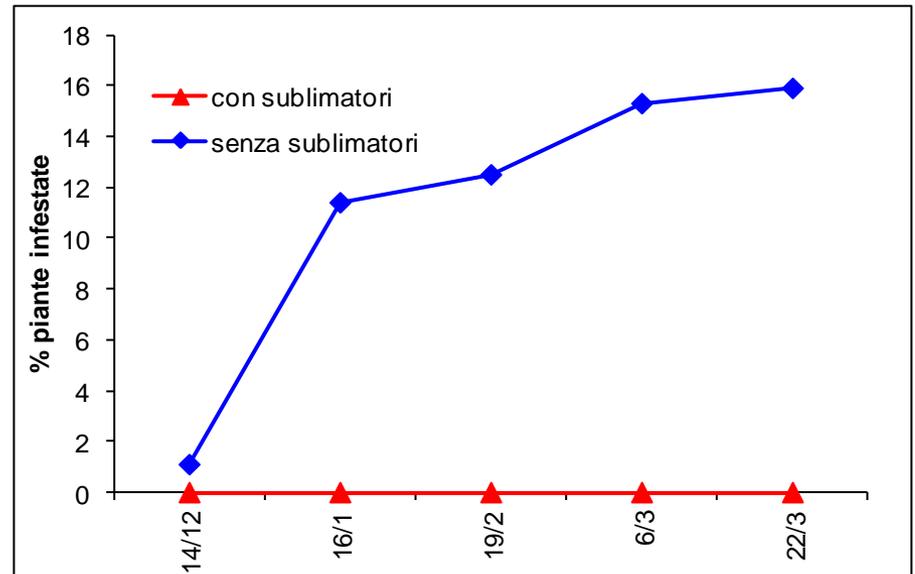
(*) Momento di apertura delle reti escludi-insetto poste alle finestre delle serre

Sublimatori di zolfo

➤ Agromizidi



➤ Acaro rugginoso



Insetticidi autorizzati in Italia

gennaio 2012

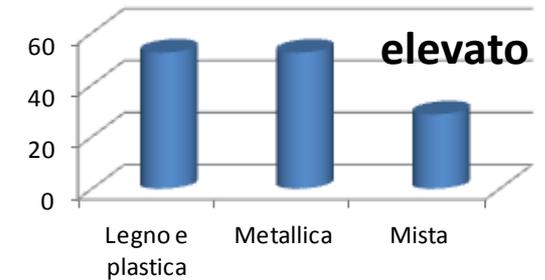
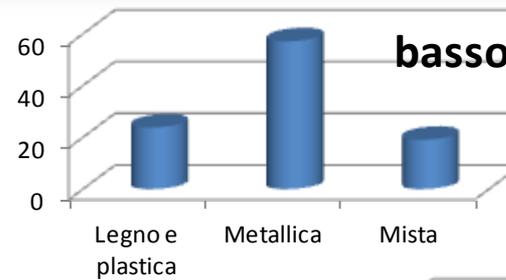
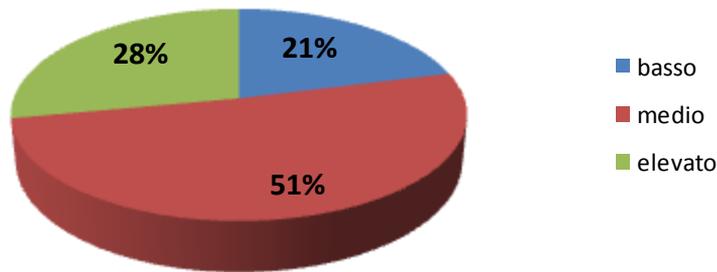
- **Azadiractina**
- Chlorantraniliprole
- Emamectina benzoato
- Indoxacarb
- Metaflumizone
- **Spinosad**
- *B. thuringiensis* (in corso di registrazione per estensione d'uso)

giugno 2015 – diverse fonti

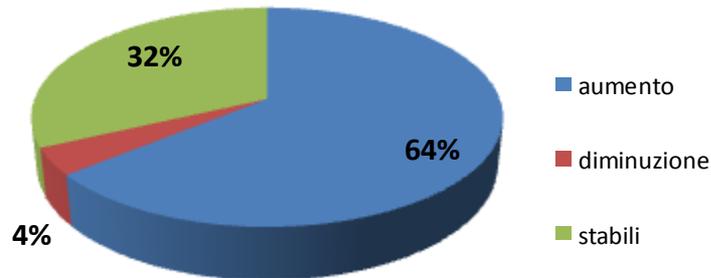
- **Azadiractina**
- **Abamectina**
- ***B. thuringiensis* kurstaki - SA 12**
- ***B. thuringiensis* aizawai - GC 91**
- Clorantraniliprole
- **Clorpirifos**
- **Deltametrina**
- **Dimetoato**
- Emamectina benzoato
- Indoxacarb
- **Lambda-cialotrina**
- Metaflumizone
- **Metomil**
- **Olio minerale**
- **Spinosad**

1. Ha infestazioni di *Tuta absoluta*? SI NO
2. Quale è il livello di intensità delle infestazioni? basso medio elevato
7. A suo parere, negli ultimi due anni le infestazioni sono aumentate diminuite stabili

Livello d'infestazione



Andamento infestazioni



IPM - Side effects

Tested active substances	<i>Orius laevigatus</i> 		<i>Macrolophus pygmaeus</i> 		<i>Bracon nigricans</i> 	
	adulti	neanidi	adulti	neanidi	adulti	pupe
Abamectin	✓				✓	✓
Azadirachtin	✓				✓	✓
<i>B. thuringiensis</i> aizawai - GC 91						
<i>B. thuringiensis</i> kurstaki - SA12	✓				✓	✓
Borax and citrus oil	✓				✓	✓
Chlorantraniliprole	✓		✓		✓	
Chlorpyrifos						
Cyantraniliprole			✓		✓	
Deltamethrin						
Dimethoate						
Emamectin benzoate	✓				✓	✓
Indoxacarb	✓					
Lambda-cyhalothrin						
Metaflumizone	✓					
Methomyl						
Mineral Oil	✓					
Poly-1-para-menthene (Pinolene®)	✓					
Canola oil	✓					
Spinosad	✓		✓		✓	✓
Spinetoram			✓		✓	
Sulphur WP	✓					
Sulphur DP	✓					

(Biondi *et al.*, 2012 Chem.; 2013 POne; in prep.)

IPM - Side effects

Tested active substances	<i>Orius laevigatus</i> 			<i>Macrolophus pygmaeus</i> 		<i>Bracon nigricans</i> 	
	Fresh residue	7-day old residue	14-day old residue	adults	nymphs	Lethal and sublethal effects	Demographic effects
Abamectin	4	4	4			3	
Azadirachtin	1	1	1			2	
<i>B. thuringiensis</i> aizawai - GC 91							
<i>B. thuringiensis</i> kurstaki - SA12	1	1	1			1	
Borax and citrus oil	1	1	1			2	
Chlorantraniliprole	1	1	1				
Chlorpyrifos							
Cyantraniliprole							
Deltamethrin							
Dimethoate							
Emamectin benzoate	3	3	1				
Indoxacarb	1	1	1				
Lambda-cyhalothrin							
Metaflumizone	3	3	1				
Methomyl							
Mineral Oil	1	1	1				
Poly-1-para-menthene (Pinolene®)	1	1	1				
Canola oil	2	1	1				
Spinosad	3	3	1			4	
Spinetoram							
Sulphur WP	1	1	1				
Sulphur DP	2	1	1				

Classi di tossicità IOBC

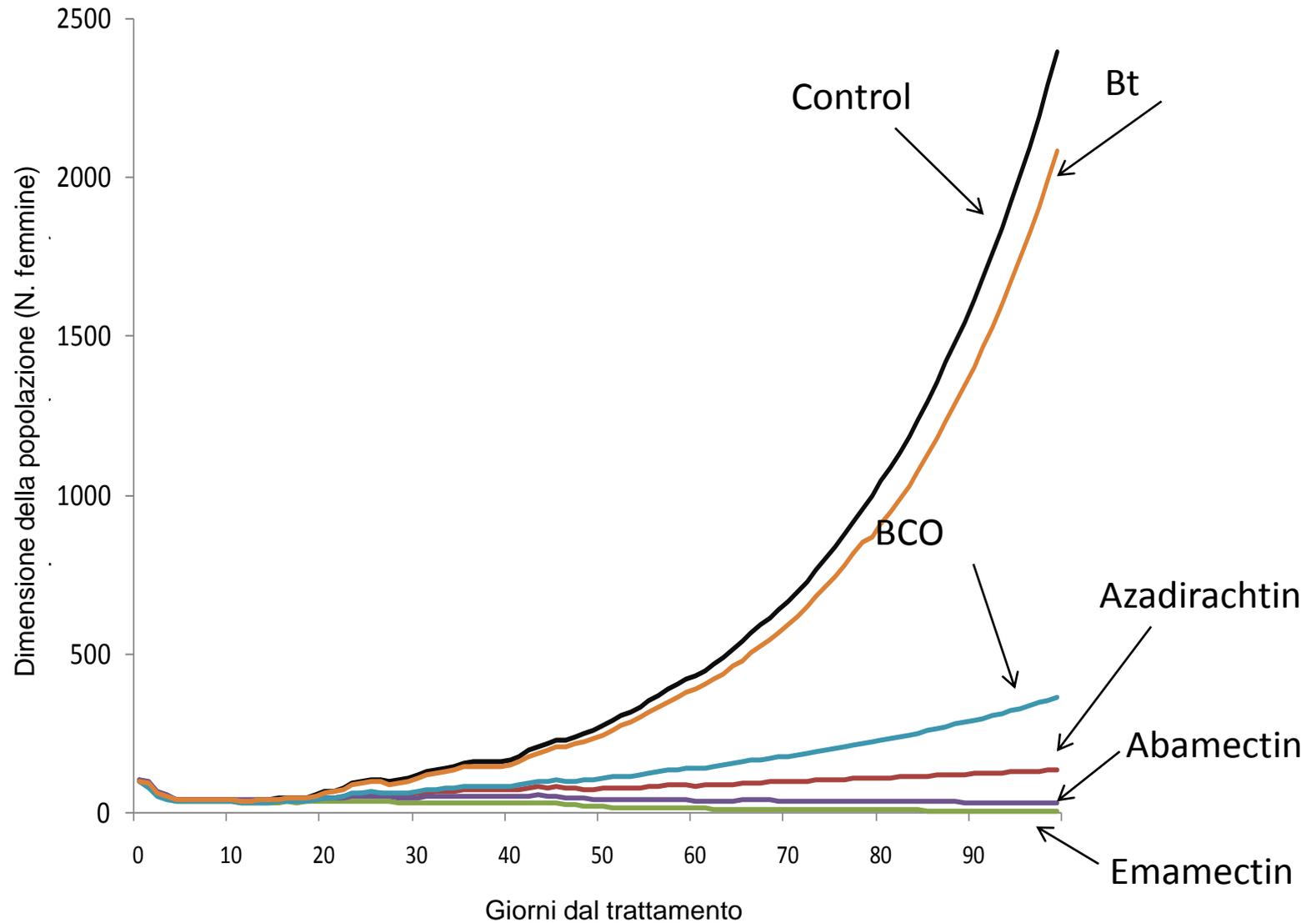
- (1) innocuo: $Ex < 30\%$
- (2) leggermente dannoso: $30\% < Ex < 80\%$
- (3) Moderatamente dannoso: $80\% < Ex < 99\%$
- (4) dannoso: $Ex > 99\%$

IPM - Side effects

Tested active substances	<i>Orius laevigatus</i> 			<i>Macrolophus pygmaeus</i> 	<i>Bracon nigricans</i> 	
	Fresh residue	7-day old residue	14-day old residue	Lethal and sublethal effects	Lethal and sublethal effects	Demographic effects
Abamectin	Classi di tossicità IOBC				3	
Azadirachtin	1	4	4		2	
<i>B. thuringiensis</i> aizawai - GC 91					1	
<i>B. thuringiensis</i> kurstaki - SA12					1	
Borax and citrus oil	1	30% ¹	1		2	
Chlorantraniliprole	1	1	1	2		
Chlorpyrifos						
Cyantraniliprole				2		
Deltamethrin						
Dimethoate						
Emamectin benzoate	3	3	1		2	
Indoxacarb	1					
Lambda-cyhalothrin						
Metaflumizone	3	3	1			
Methomyl						
Mineral Oil	1	99% ¹	1			
Poly-1-para-menthene (Pinolene®)	1	1	1			
Canola oil	2	1	1			
Spinosad	3	3	1	2	4	
Spinetoram				2		
Sulphur WP	1	1	1			
Sulphur DP	2	1	1			

(Biondi *et al.*, 2012 Chem.; 2013 POne; in prep.)

IPM – effetti demografici



Strategie di difesa

➤ Prima del trapianto

- ✓ eliminare e distruggere i resti della precedente coltura
- ✓ adottare, ove possibile, rotazioni colturali
- ✓ Eliminare potenziali ospiti vegetali alternativi nei pressi della coltura (*Solanum*, *Datura*, ecc.)



Strategie di difesa

➤ Prima del trapianto

- ✓ lavorare e disinfestare il terreno prima dei trapianti per eliminare anche le crisalidi
- ✓ nuovo trapianto dopo min 6 settimane dal precedente impianto
- ✓ impiegare piante esenti dal fitofago
- ✓ installazione trappole cromotropiche (gialle) pre-trapianto



Strategie di difesa

➤ **Prima del trapianto**

✓ Reti escludi-insetto

- corretta applicazione
- manutenzione
- uso delle doppie porte



Strategie di difesa

➤ Dopo il trapianto

- ✓ all'esterno e all'interno delle serre, trappole a feromone sessuale per il monitoraggio dei maschi
- ✓ all'aumento delle catture sulle trappole (4-30 per settimana) iniziare i trattamenti con s.a. autorizzate sulla coltura e sul parassita e ripeterli dopo 7-10 gg. Attualmente sulle principali solanacee coltivate (pomodoro, peperone, melanzana) sono autorizzate le ss.aa. Azadiractina, Indoxacarb, Spinosad, Emamectina benzoato, Metaflumizone, chlorantraniliprole, *B. thuringiensis* ecc.
- ✓ alternare le ss.aa. per evitare problemi di resistenza

Strategie di difesa

➤ Dopo il trapianto

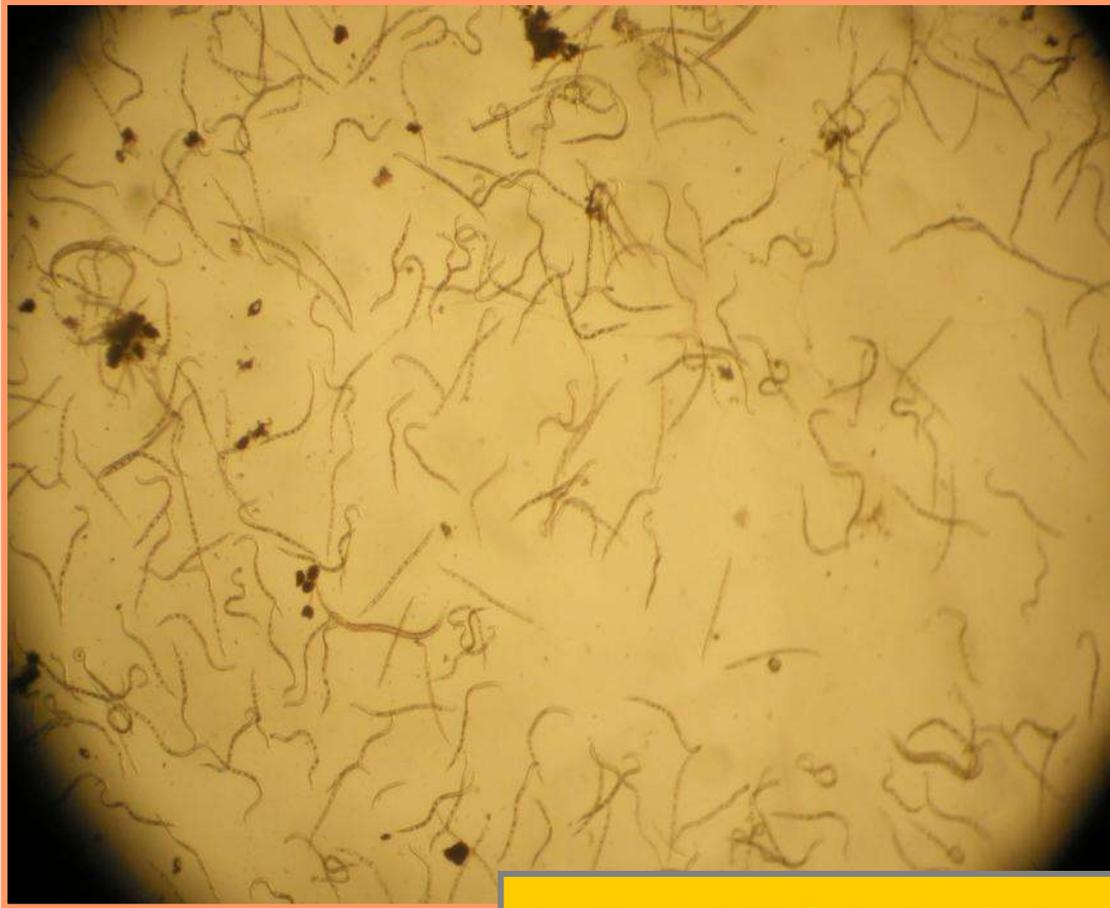
- ✓ esporre trappole elettroluminescenti per la cattura degli adulti di ambedue i sessi o in alternativa trappole ad acqua-olio innescate con feromone per la cattura dei soli maschi
- ✓ eliminare opportunamente i residui delle operazioni colturali (potatura, scacchiatura, cimatura)
- ✓ salvaguardare e valorizzare gli insetti utili, quali *Nesidiocoris tenuis* e *Macrolophus* spp., che dimostrano una spiccata attività predatoria nei confronti delle uova e delle larve di *Tuta absoluta*

Strategie di difesa

- Diversi parassitoidi si sono adattati al fitofago esotico
- Parassitoidi ritrovati si sviluppano anche su ospiti alternativi che vivono sulla flora spontanea
- Elevato potenziale di controllo biologico da parte di numerose specie che praticano host-feeding
- Aumentare artificialmente l'abbondanza e la diversità di nemici naturali, e.g. tecnica delle 'banker plants'



Principali nematodi dannosi alle colture ortive

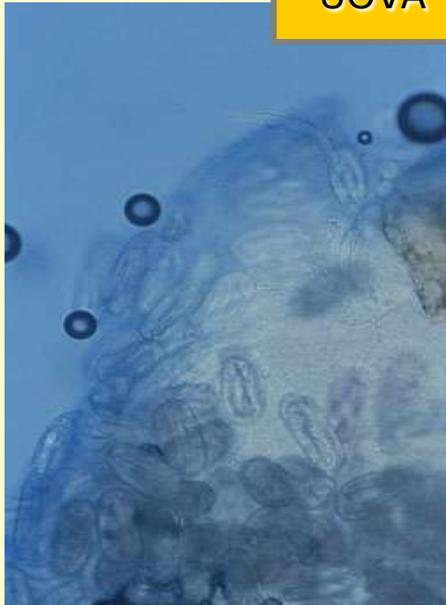


NEMATODI GALLIGENI

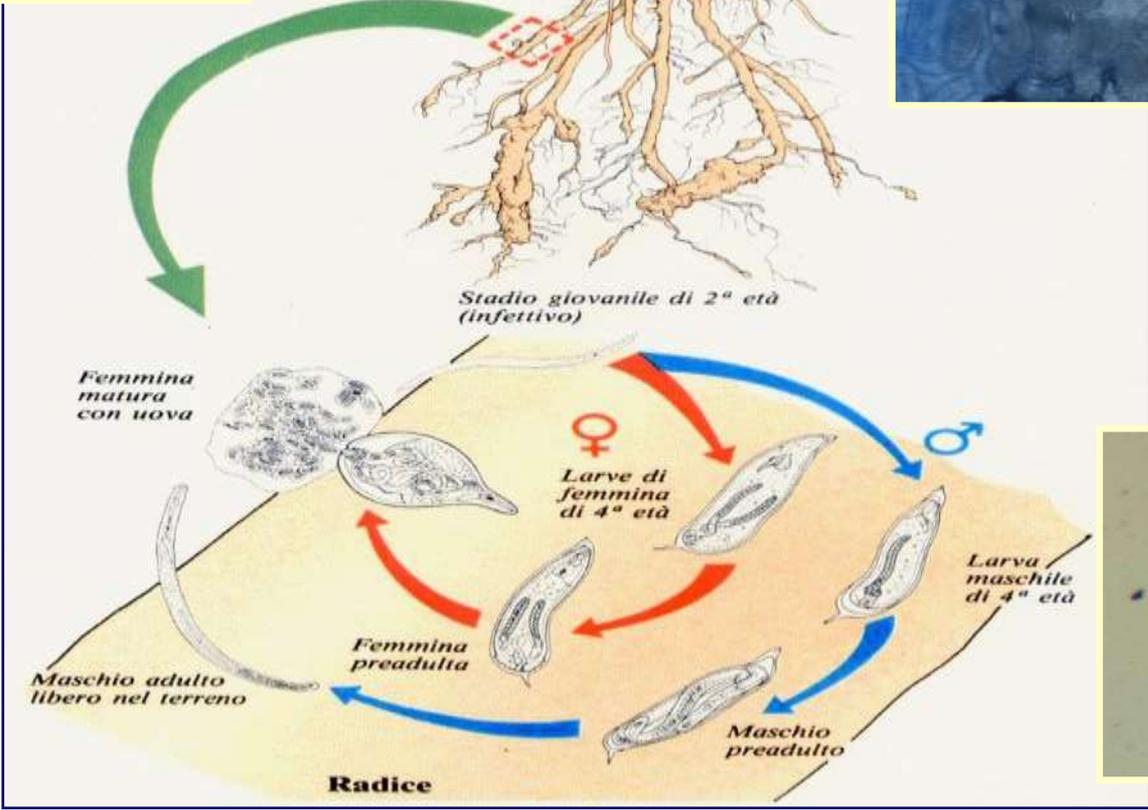
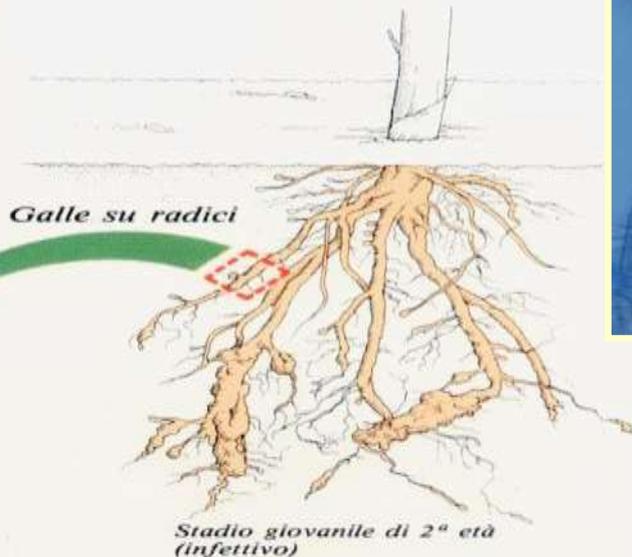
Meloidogyne spp.



FEMMINA



UOVA



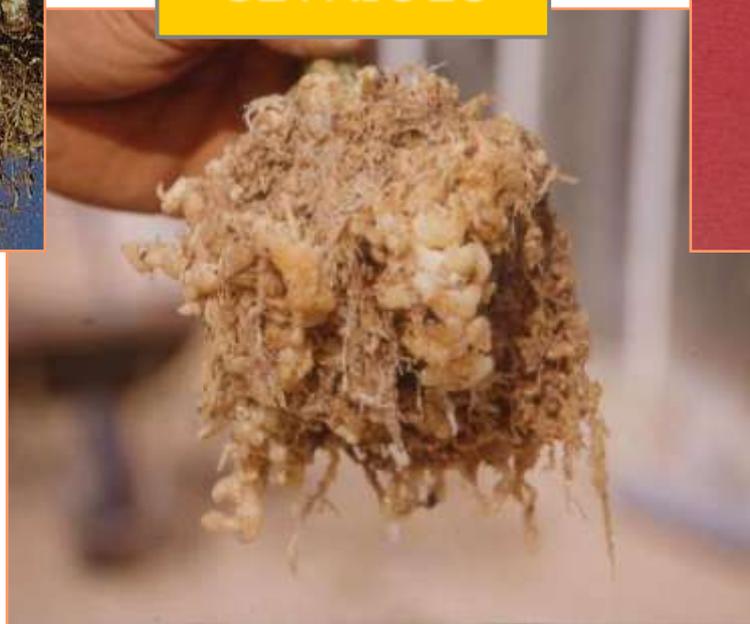
LARVA



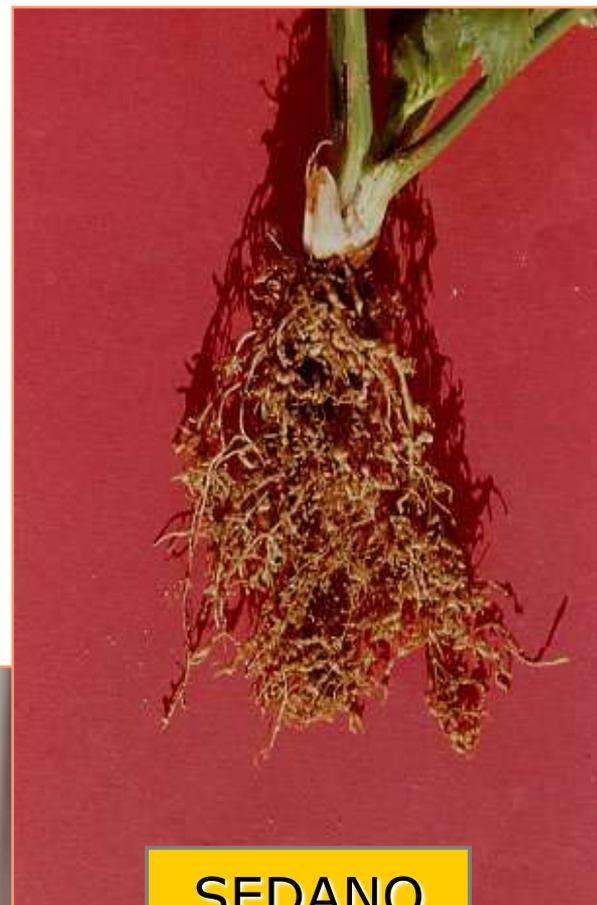
POMODORO



LATTUGA



CETRIOLO



SEDANO

Obiettivi

- Valutazione, in contesti di agricoltura biologica, delle possibilità pratiche per contenere le infestazioni dei nematodi del genere *Meloidogyne*
- Verifica di strategie integrate di lotta
 - ✓ solarizzazione + estratti vegetali
 - ✓ solarizzazione + prodotti a base di micorrize
 - ✓ solarizzazione + antagonisti naturali



Solarizzazione + estratti naturali e micorrizze

TRATTAMENTI PRE-TRAPIANTO O TRAPIANTO	TRATTAMENTI POST-TRAPIANTO
Testimone non trattato	
Solarizzazione da luglio (60gg.), a serra chiusa	
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto contenente funghi micorrizici (<i>Glomus</i> spp.) (10 propaguli/g) al terreno nelle buchette (5 g/m ² = 2g/pianta)	
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di estratti acquosi di <i>Quillaja saponaria</i> e di <i>Tagetes</i> spp. al trapianto in fertirrigazione (3 l/1000 m ²)	Prodotto a base di estratti acquosi di <i>Q. saponaria</i> e di <i>Tagetes</i> spp. in fertirrigazione (3 l/1000 m ²) dopo 30–60–90 giorni dal trapianto
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di estratti acquosi di <i>Azadirachta indica</i> al trapianto in fertirrigazione (0,7 l/1000 m ²)	Prodotto a base di estratti acquosi di <i>Azadirachta indica</i> in fertirrigazione (0,7 l/1000 m ²) dopo 30–60–90 giorni dal trapianto
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di estratti oleosi di <i>Brassica carinata</i> al trapianto in fertirrigazione (2 l/1000 m ²)	Prodotto a base estratti oleosi di <i>Brassica carinata</i> in fertirrigazione (2 l/1000 m ²) dopo 30–60–90 giorni dal trapianto
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di estratti acquosi di <i>Dianthus cariophyllus</i> (chiodi di garofano) al trapianto in fertirrigazione (3 l/1000 m ²)	Prodotto a base estratti acquosi di <i>D. cariophyllus</i> (chiodi di garofano) infertirrigazione (3 l/1000 m ²) dopo 30–60–90 giorni dal trapianto
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di farina di semi di <i>A. indica</i> al terreno 3 gg. prima del trapianto (100 kg/1000 m ²) + prodotto a base di estratto acquoso di <i>A. indica</i> al trapianto per irrigazione (0,7 l/1000 m ²)	Prodotto a base di estratti acquosi di <i>Azadirachta indica</i> in fertirrigazione (0,7 l/1000 m ²) dopo 30 e 60 giorni dal trapianto
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di estratti acquosi di <i>Tagetes erecta</i> al trapianto in fertirrigazione (2 l/1000 m ²)	Prodotto a base di estratti acquosi <i>Tagetes erecta</i> in fertirrigazione (2 l/1000 m ²) dopo 30–60–90 giorni dal trapianto

Rilievi

- Produzione a fine ciclo (media per pianta, cumulata di 3 raccolte)
- Quantità di larve di 2a età in campioni di terreno prelevati prima dei trattamenti, al trapianto, e all'espianto, nella rizosfera di 10 piante per parcella (tot 30 piante/tesi)
- Indice Medio di Infestazione calcolato alla fine del ciclo colturale classificando l'apparato radicale di 10 piante per parcella (30 totali) secondo una scala da 0 a 5 (Lamberti, 1971)

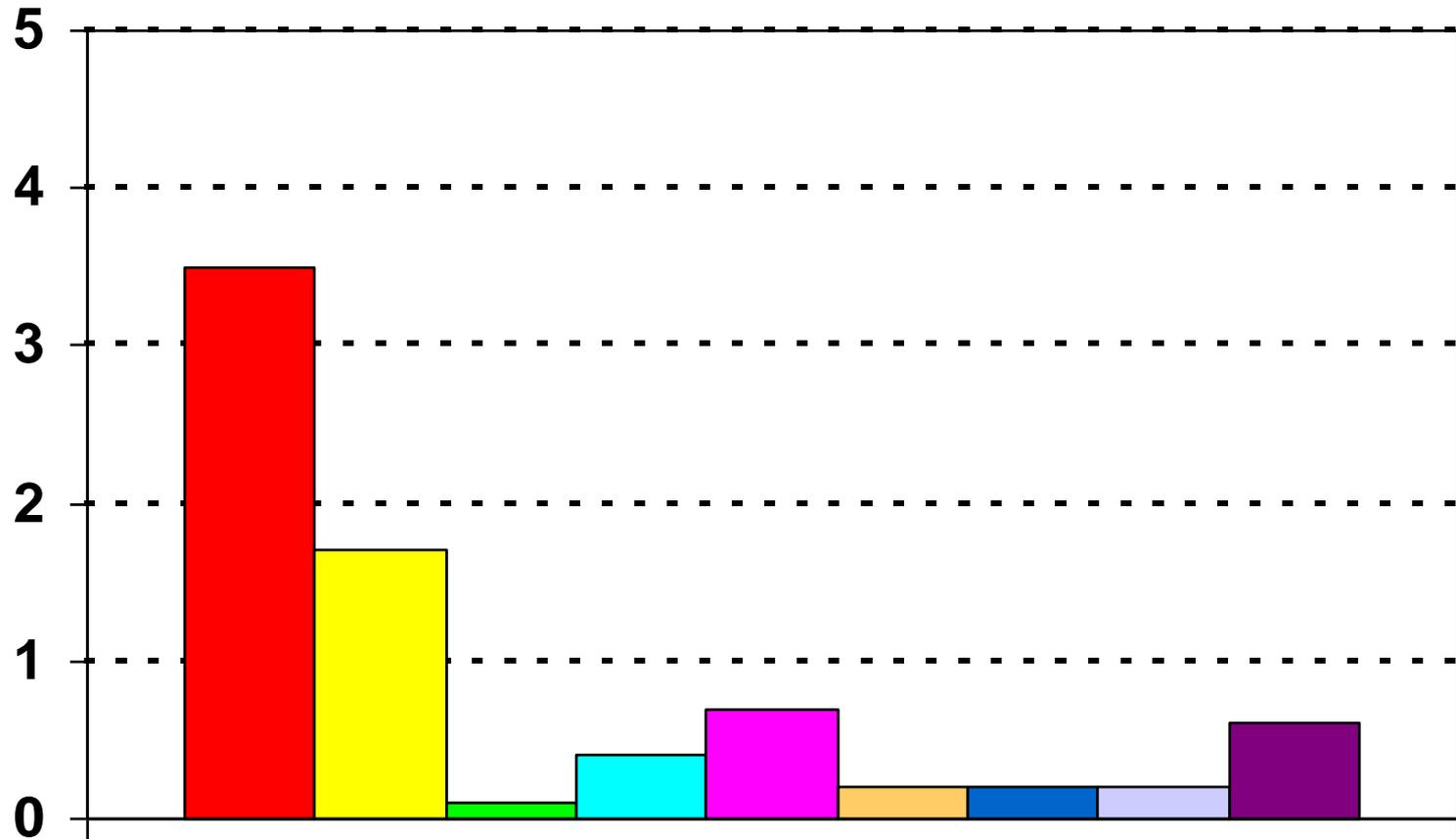
Larve nel terreno

TRATTAMENTO	DATA RILIEVO			Incremento della popolazione (Pi: Pf)
	Pre trattamenti	Trapianto (Pi) (09-10-2009)	Espianto (Pf) (11-04-2010)	
Testimone non trattato	1.072 a	938 c	1.881 c	1 : 2
Solarizzazione	1.007 a	535 b	1.031 b	1 : 2
Solarizzazione + Funghi micorrizici	988 a	75 a	288 a	1 : 4
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Quillaja saponaria</i> e <i>Tagetes</i> spp.	1.054 a	56 a	167 a	1 : 3
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Azadirachta indica</i>	922 a	84 a	269 a	1 : 3
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Dianthus cariophyllus</i>	932 a	235 a	634 ab	1 : 3
Solarizzazione + Estratto oleoso di <i>Brassica carinata</i>	978 a	215 a	202 a	1 : 1
Solarizzazione + Farina di <i>Azadirachta indica</i> + Estratto acquoso di <i>A. indica</i>	1.109 a	375 ab	727 b	1 : 2
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Tagetes erecta</i>	1.087 a	235 a	207 a	1 : 1

Produzione

TRATTAMENTO	Frutti/pianta (n.)	Peso medio frutti (g)	Produzione media/pianta (g)	Incremento rispetto al testimone (%)
Testimone non trattato	16 a	85 a	1.331 a	T = 0
Solarizzazione	21 b	88 a	1.824 ab	37
Solarizzazione + Funghi micorrizici	25 b	93 b	2.370 b	78
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Quillaja saponaria</i> e <i>Tagetes</i> spp.	24 b	93 b	2.220 b	67
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Azadirachta indica</i>	24 b	99 b	2.315 b	74
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Dianthus cariophyllus</i>	21 b	100 b	2.107 b	58
Solarizzazione + Estratto oleoso di <i>Brassica carinata</i>	22 b	99 b	2.118 b	59
Solarizzazione + Farina di <i>Azadirachta indica</i> + Estratto acquoso di <i>A. indica</i>	24 b	100 b	2.388 b	79
Solarizzazione + Estratto acquoso di <i>Tagetes erecta</i>	20 b	98 b	2.112 b	59

Indice d'infestazione



- Testimone
- Solarizzazione
- Solarizzazione + Funghi micorrizici
- Solariz. + Estratto di Quillaja saponaria e Tagetes spp.
- Solariz. + Estratto acquoso di Azadirachta indica
- Solariz. + Estratto acquoso di Dianthus cariophyllus
- Solariz. + Estratto oleoso di Brassica carinata
- Solariz. + Farina di A. indica + Estratto acquoso di A. indica
- Solariz. + Estratto acquoso di Tagetes erecta

Solarizzazione + antagonisti naturali

TRATTAMENTI PRE-TRAPIANTO O TRAPIANTO	TRATTAMENTI POST-TRAPIANTO
Testimone non trattato	
Solarizzazione da luglio (60gg.), a serra chiusa	
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di <i>Paecilomyces lilacinus</i> (BioAct WG) 14gg prima del trapianto (4kg/ha), al trapianto negli alveolari (10g/100 piantine)	Prodotto a base di <i>Paecilomyces lilacinus</i> (BioAct WG) ogni 6 settimane dopo il trapianto (4kg/ha)
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di <i>Paecilomyces lilacinus</i> (BioAct WP) 14gg prima del trapianto (0,4kg/ha), al trapianto negli alveolari (1g/100 piantine)	Prodotto a base di <i>Paecilomyces lilacinus</i> (BioAct WP) ogni 6 settimane dopo il trapianto (0,4kg/ha)
Solarizzazione (60gg.) + Prodotto a base di estratto di aglio al 46% di s.a. (NemGard) al trapianto (20kg/ha)	BioAct WG) ogni 6 settimane a 15 gg dal trapianto (4kg/ha)
Solarizzazione (60gg.) + dazomet (Basamid G) 30gg prima del trapianto 500 kg/ha	
Solarizzazione (60gg.) + fenamiphos (Nemacur 240CS) 14gg prima del trapianto e al trapianto (2l/ha)	

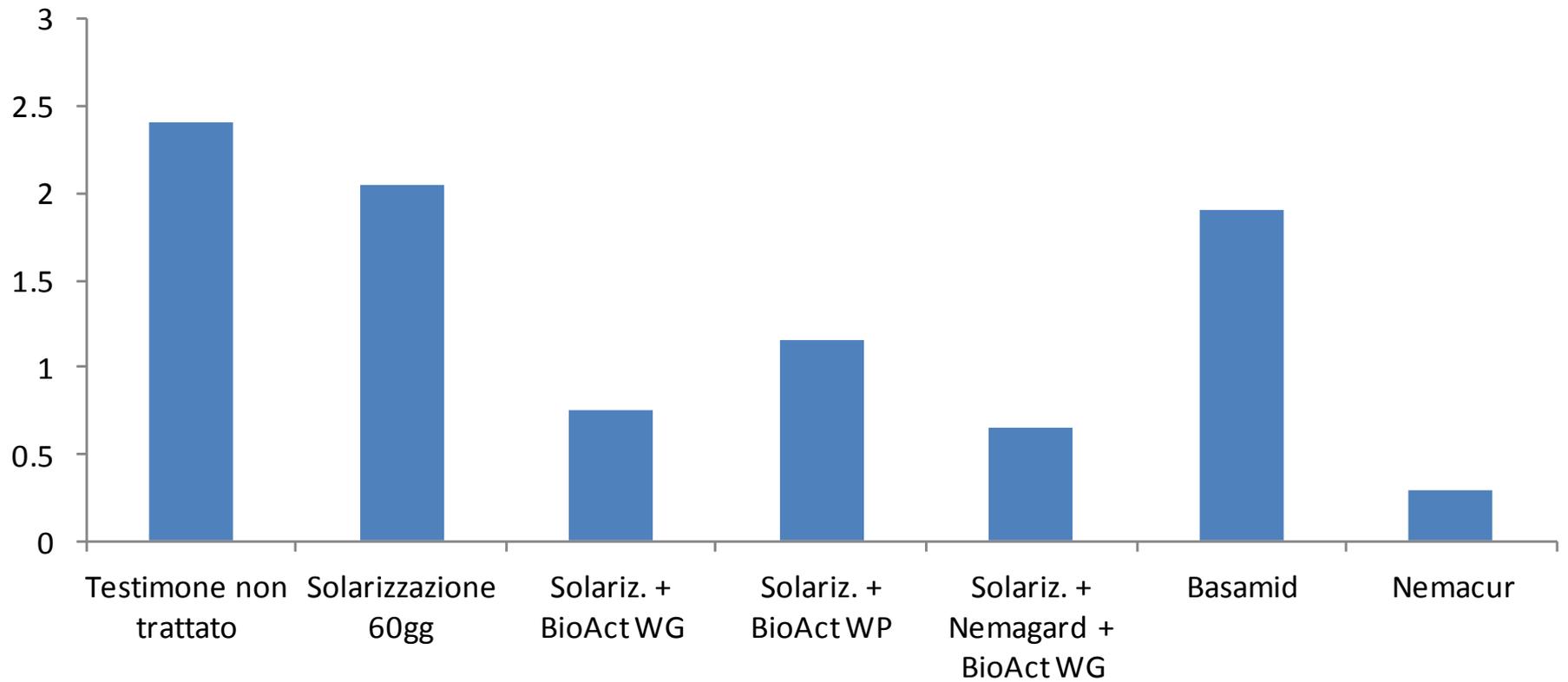
Larve nel terreno

TRATTAMENTO	DATA RILIEVO			Incremento della popolazione (Pi:Pf)
	Pre trattamenti	Trapianto (Pi) (15-10)	Espianto (Pf) (16-06)	
Testimone non trattato	2947 b	348 b	1294 c	1 : 4
Solarizzazione	1460 a	180 a	910 d	1 : 5
Solarizzazione + BioAct WG (4kg/ha)	1230 a	183 a	620 c	1 : 3
Solarizzazione + BioAct WP (0,4kg/ha)	1145 a	143 a	258 b	1 : 2
Solarizzazione + NemGard (20kg/ha) + BioAct WG (4kg/ha)	1324 a	145 a	151 b	1 : 1
Solarizzazione + Nematicur 240 CS (2l/ha)	1310 a	135 a	26 a	5 : 1
Solarizzazione + Basamid G (500 kg/ha)	1020 a	324 b	1460 c	1 : 5

Produzione

TRATTAMENTO	Frutti/pianta (n.)	Peso medio frutti (g)	Produzione media/pianta (g)	Incremento rispetto al testimone (%)
Testimone non trattato	54 a	98 a	5272 a	T = 0
Solarizzazione	56 a	111 b	6228 b	18,1
Solarizzazione + BioAct WG (4kg/ha)	58 a	120 c	6991 c	32,6
Solarizzazione + BioAct WP (0,4kg/ha)	58 a	117 c	6812 c	29,2
Solarizzazione + NemGard (20kg/ha) + BioAct WG (4kg/ha)	56 a	119 c	6662 bc	26,4
Solarizzazione + NemaCur 240 CS (2l/ha)	62 a	124 c	7728 d	45,6
Solarizzazione + Basamid G (500 kg/ha)	69 a	119 c	7612 d	44,4

Indice d'infestazione



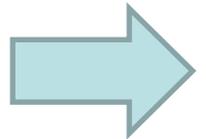
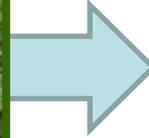
Considerazioni conclusive

- Associazione tra solarizzazione e formulazioni a base di estratti acquosi o oleosi di sostanze naturali e/o funghi micorrizici
 - ✓ contenimento delle popolazioni di nematodi galligeni e del danno
- Incrementi produttivi del 59-79%
- Associazione tra solarizzazione e formulazioni a base di antagonisti naturali
 - ✓ Efficacia maggiore in associazione con prodotto a base di estratto di aglio (NemaGard)



Grazie!

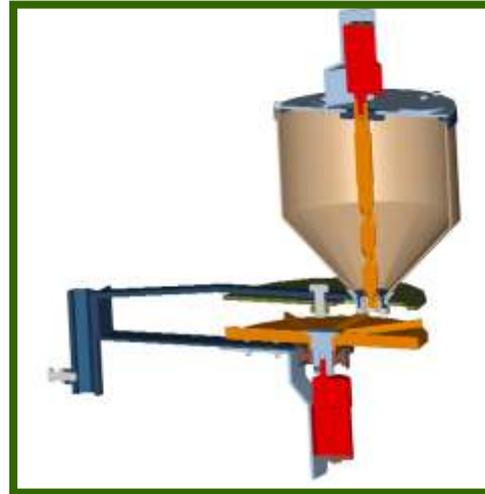
Rilascio tradizionale



Rilascio meccanizzato



Phytoseiulus persimilis



Orius laevigatus



Il prototipo

Disegnato e costruito presso la sezione di Meccanica e Meccanizzazione dell'ex 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

