



IV edizione
**BIOCONTROL
CONFERENCE**

28 Ottobre 2025

Napoli

Gold Tower Lifestyle Hotel

Giorni

Ore



I feromoni nel controllo dei fitofagi delle colture ortive: attualità e prospettive

Giacinto Salvatore Germinara

Dip. DAFNE – via Napoli 25, Foggia

E-mail: giacinto.germinara@unifg.it



UNIVERSITÀ
DI FOGGIA



Associazione Regionale Pugliese
dei Tecnici e Ricercatori
in Agricoltura



SEMIOCHIMICI

(Sostanze chimiche segnale)



ALLELOCHIMICI
(Interspecifici)

FEROMONI
(Intraspecifici)

MODIFICATORI DEL COMPORTAMENTO
(Insect behaviour modifying compounds)

STRATEGIE ECOSOSTENIBILI DI CONTROLLO

FEROMONI SESSUALI

- **Lepidotteri:** miscele alcoli, aldeidi ed esteri $C_{10} - C_{18}$ o epossidi
- **Coleotteri:** composti aromatici
- **Ditteri e Imenotteri:** idrocarburi e altri composti alifatici

CARATTERISTICHE DEI FEROMONI

- **BLEND FEROMONICO**
 - componente principale: attrazione a lungo raggio
 - 1 o più componenti secondari
 - **sinergico sull'attrazione** (conspecifici)
 - **inibitorio** (specie gemelle)
 - **arrestante** (approccio)
 - **eccitante** (copula)
- **RAPPORTI ALTAMENTE SPECIFICI**
- **POSSIBILI VARIAZIONI GEOGRAFICHE**

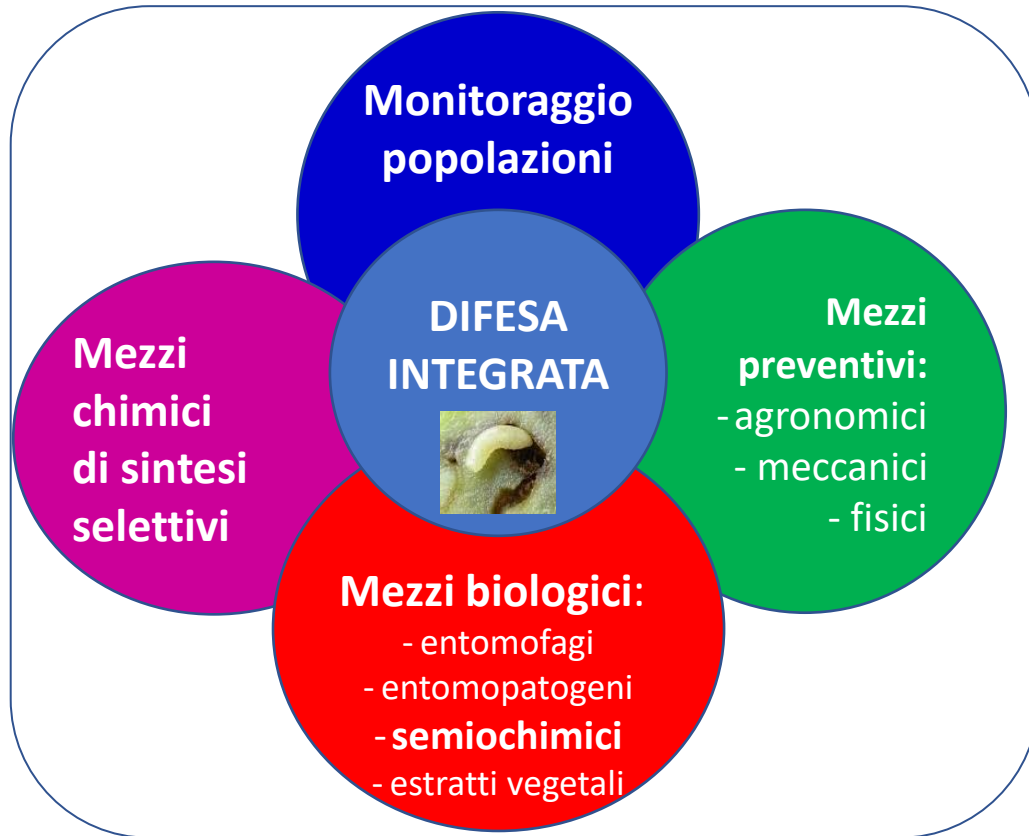
Numero di articoli, distintamente per Ordine, Famiglia e Genere, inerenti studi sui feromoni sessuali pubblicati nel periodo 2000 al 2020

(Rizvi *et al.* 2021: Insects, 12, 484)

Order	Family	Genus	Publications
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Helicoverpa</i>	194
		<i>Spodoptera</i>	173
	Tortricidae	<i>Grapholita</i>	137
		<i>Cydia</i>	128
	Plutellidae	<i>Plutella</i>	72
	Crambidae	<i>Ostrinia</i>	63
Bombycidae	<i>Bombyx</i>	61	
Diptera	Drosophilidae	<i>Drosophila</i>	49
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Chilo</i>	42
	Tortricidae	<i>Lobesia</i>	41
	Noctuidae	<i>Agrotis</i>	40
Diptera	Tephritidae	<i>Bactrocera</i>	37
Hemiptera	Pseudococcidae	<i>Planococcus</i>	36
Lepidoptera	Lymantriidae	<i>Lynantria</i>	36
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Holotrichia</i>	35
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Tuta</i>	33
	Geometridae	<i>Ectropis</i>	30
	Lasiocampidae	<i>Dendrolimus</i>	29
Diptera	Psychodidae	<i>Lutzomyia</i>	26
Lepidoptera	Sesiidae	<i>Synanthedon</i>	25
Blattodea	Blatteidae	<i>Blattella</i>	25
Coleoptera	Buprestidae	<i>Agrilus</i>	25
Lepidoptera	Crambidae	<i>Pyrausta</i>	24
	Gracillariidae	<i>Phyllocnistis</i>	23
	Erebidae	<i>Hyphantria</i>	22
Hemiptera	Pseudococcidae	<i>Pseudococcus</i>	21
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Plodia</i>	21
	Crambidae	<i>Cnaphalocrocis</i>	18
	Tortricidae	<i>Choristoneura</i>	18
Hemiptera	Miridae	<i>Apolygus</i>	18

CONTROLLO INTEGRATO

Contenere i parassiti mediante l'impiego di **tutti i possibili mezzi** dando **priorità a quelli a basso impatto** nel rispetto di principi di **SOSTENIBILITA' ECONOMICA, AMBIENTALE e TOSSICOLOGICA.**



Direttiva UE 128/2009

(Uso sostenibili agrofarmaci)

Approvazione P.A.N. (Dr. 22/01/2014 (G.U. n. 35, 12/02/2014)

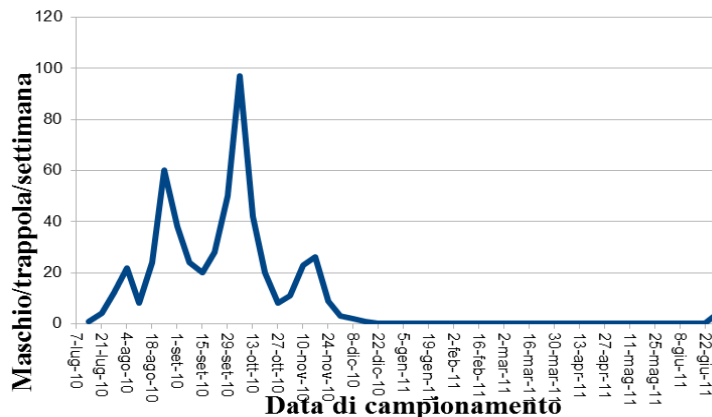


- Applicazione di tecniche di prevenzione e **monitoraggio**
- Impiego di **mezzi di controllo a basso impatto**
- Prodotti fitosanitari a basso rischio per la salute umana e l'ambiente
- ecc.

APPLICAZIONI DI SEMIOCHIMICI SU ORTIVE

MEZZI INDIRETTI

- Presenza di specie dannose (**Detection**)
- Curve di volo degli adulti (**Monitoring**)
- Stima densità di popolazione (**Action threshold**)



MEZZI DIRETTI

- Cattura massale
- Lotta attratticida
- Confusione sessuale



**INTERFERIRE
SULL'ATTIVITÀ
RIPRODUTTIVA**

RILEVANZA DEL MONITORAGGIO IN IPM

Razionalizzazione
dell'uso degli insetticidi



Rilievo tempestivo di inizio e
durata del volo dei fitofagi

Ottimizzazione del “timing” di applicazione dei nuovi insetticidi
(attivi principalmente su uova e/o larve giovani, non sistemici)



Insetticida	Ovicida	Larvicida
Methoxyfenozide	+	+
Chlorantraniliprole	+	+
Metaflumizone	-	+
Emamectin benzoate	-	+

MONITORAGGIO - METODOLOGIA

Macrolepidotteri Es. *H. armigera*, *S. littoralis*, *S. exigua*



- Elevata capacità di contenimento
- Minore specificità
- Cattiva conservazione degli esemplari

Microlepidotteri Es. *T. absoluta*



- Buona conservazione degli individui
- Facile riconoscimento e conteggio
- Verificare ogni 2-3 giorni la saturazione della trappola in presenza di elevate densità di popolazione



Erogatori di feromone (gomma, fiale di polietilene, ecc.)

Momento dell'applicazione

- ✓ prima del presunto inizio dell'attività di volo

Posizionamento trappole

- ✓ altezza coltura (es. pomodoro 60 -80 cm)

Numero trappole

- ✓ **3** sul primo ettaro + **1** trappole per ettaro aggiuntivo
(es. 4 trap. su 2 ettari, 5 trap. su 3 ettari)

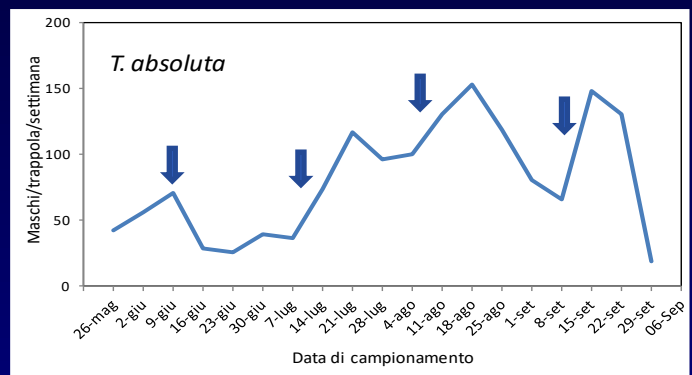
Gestione trappole

- ✓ Conteggio e rimozione catture a **cadenza settimanale**
- ✓ **Verificare adesività colla** (sostituire ogni 1-3 settimane)
- ✓ **Sostituzione erogatori** ogni 4 settimane (usare guanti)

Rilevare la presenza di specie aliene in nuovi areali



Curva di volo di *T. absoluta* in provincia di Foggia

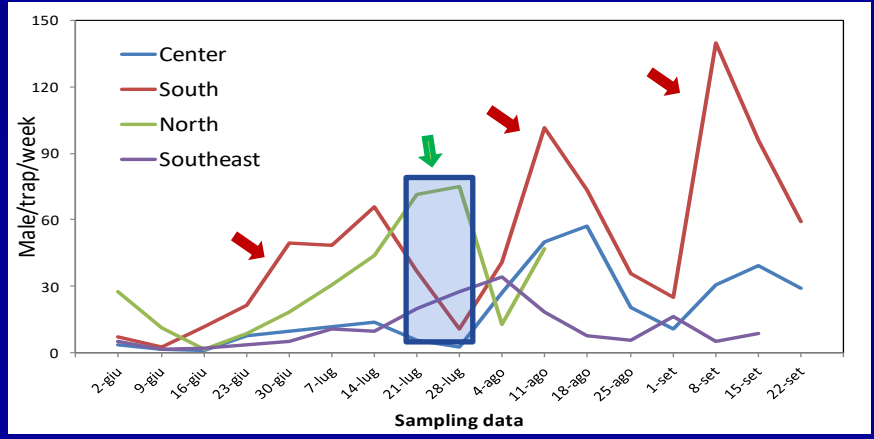


Costruzione curve di volo di adulti



- North area
- Central area
- Southeast area
- South area

Curva di volo di *H. armigera* in diverse aree della provincia di Foggia



• Stima della densità di popolazione di una specie ???

Fattori condizionanti:

- la risposta degli adulti agli attrattivi sessuali varia con la densità di popolazione per “**effetti competitivi**” dovuti all’attrazione naturale
- **densità delle trappole** installate
- **raggio di azione** degli attrattivi
- **capacità di spostamento** dei maschi
- **Tipo di trappola**, dispensatore e **modalità di impiego**



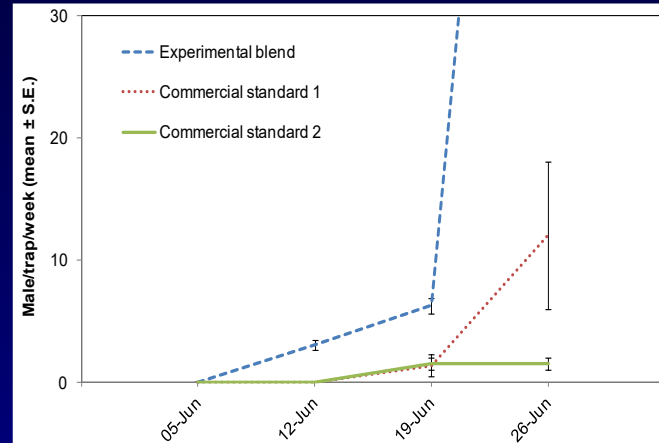
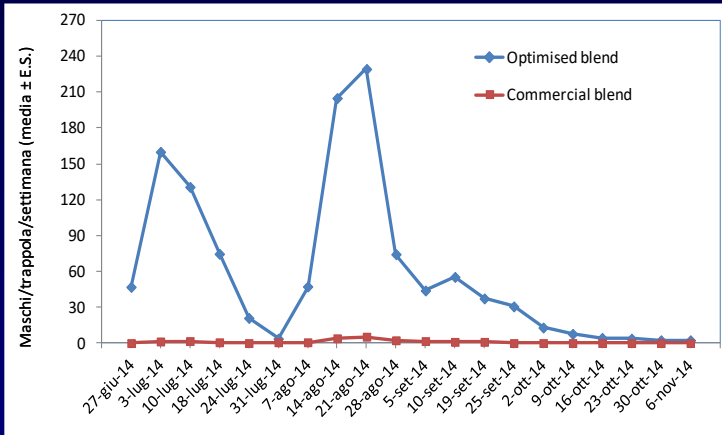
Combinare l’uso delle trappole a feromone con campionamenti visivi diretti sulla vegetazione

Criticità del monitoraggio indiretto



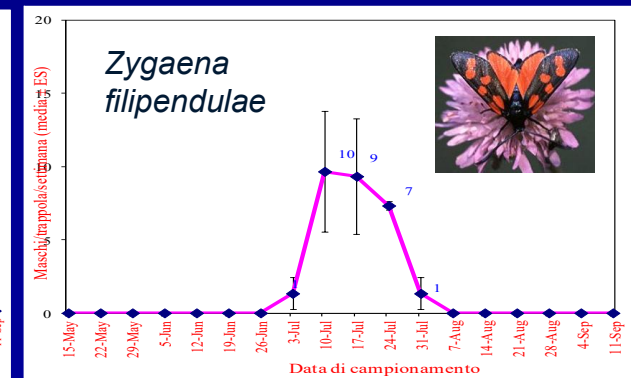
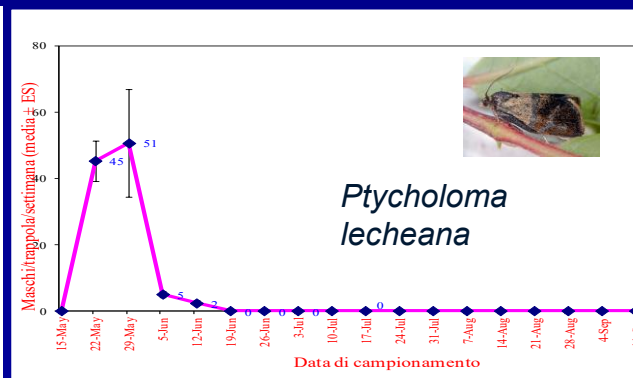
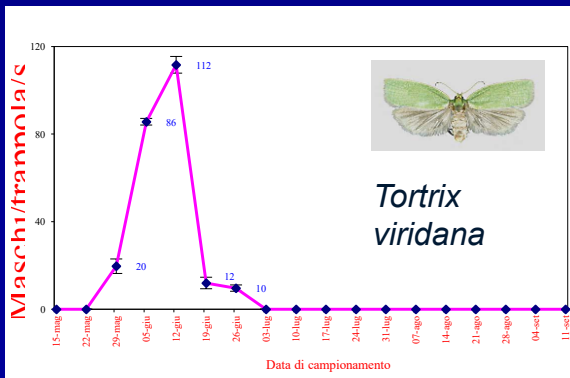
Efficacia degli attrattivi sessuali

Curva di volo di *H. armigera* determinata con diversi blend feromonici a Foggia nel 2014



Specificità degli attrattivi sessuali

Curve di volo di 3 differenti specie con lo stesso attrattivo (Z7-14:Ac)



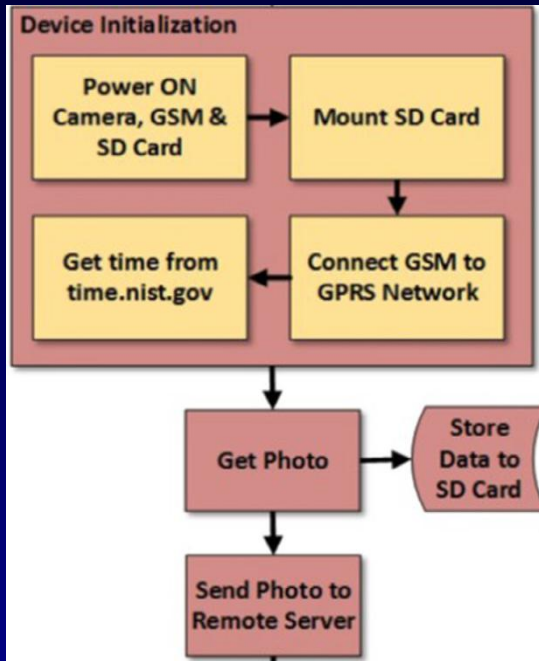
TRAPPOLE AUTOMATICHE

Lepidotteri

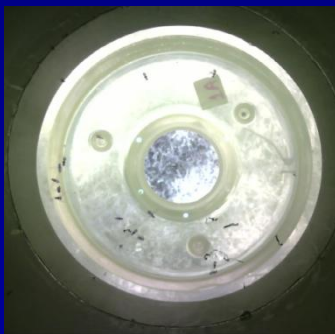
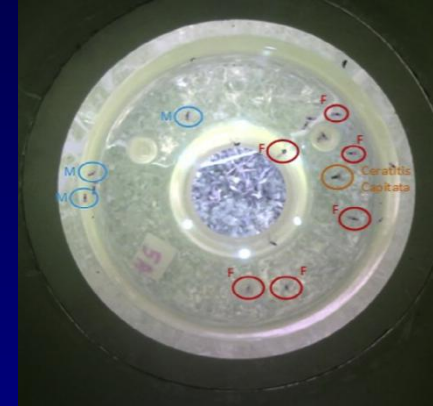
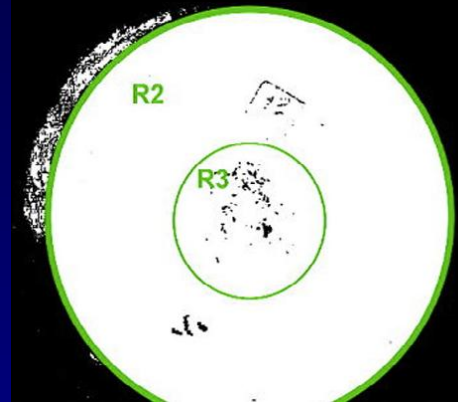
(*Helicoverpa armigera*, *Cydia pomonella*, *Ostinia nubilalis*, *Tuta absoluta* ecc.).



TRAPPOLE AUTOMATICHE



Conteggio automatico degli insetti mediante un analizzatore di immagine (*Image Analyser*) in base a caratteri morfometrici

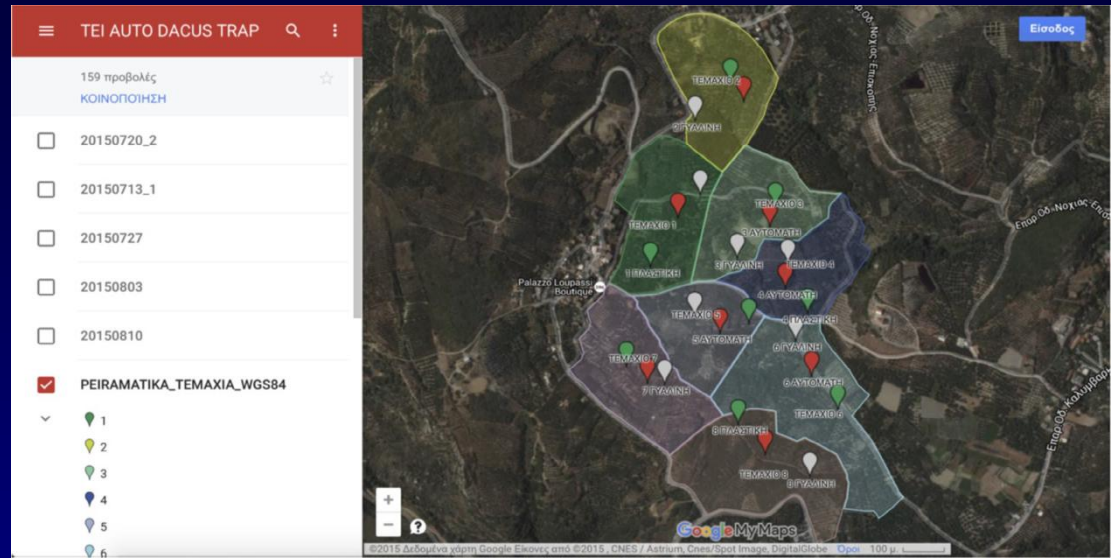


Ottimizzazione dell'immagine in remoto

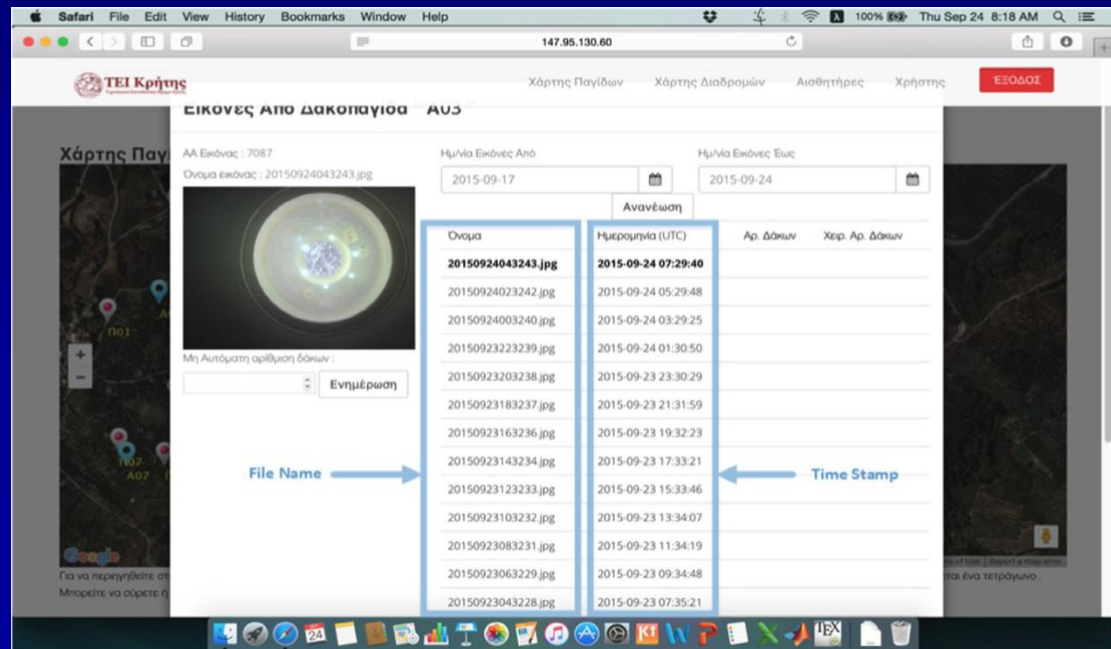
TRAPPOLE AUTOMATICHE

SOFWARE

Interfaccia compatibile con google maps permette di mappare il campo e la posizione delle trappole



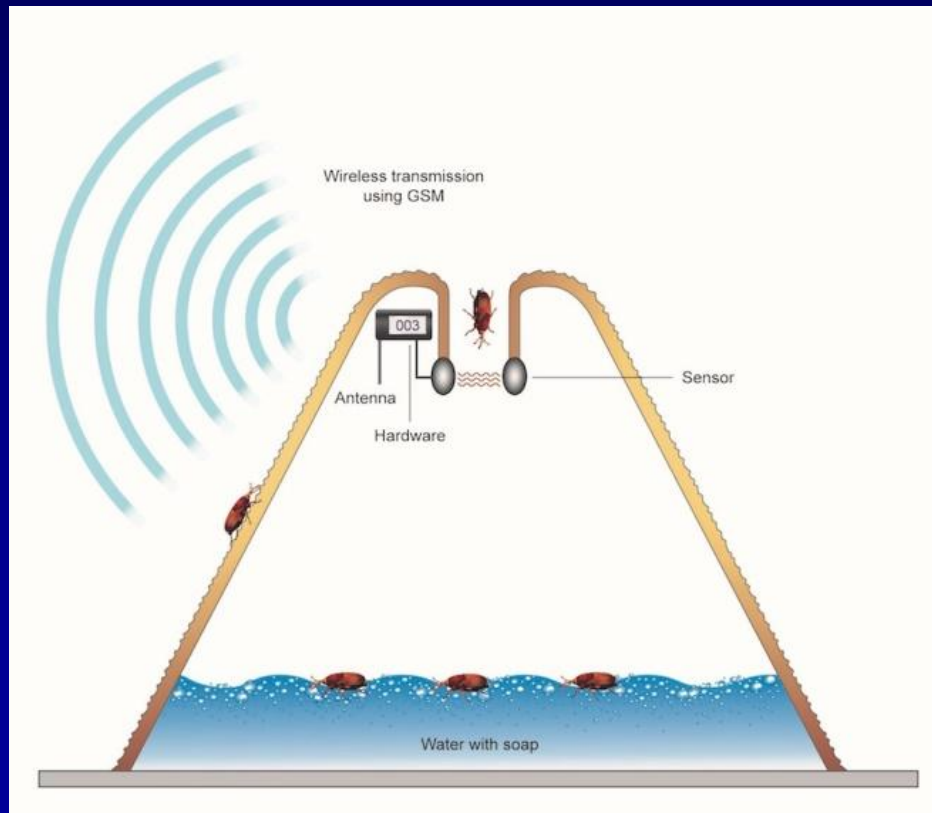
Selezionando una trappola, si accede ai dati di cattura relativi ed è possibile visionare e ingrandire le immagine



TRAPPOLE AUTOMATICHE

Trappole a lettori ottici (in sostituzione della fotocamera)

Interruzione del fascio di luce a infrarossi creato da una coppia di fotodiodi sull'apertura della trappola;



TRAPPOLE AUTOMATICHE

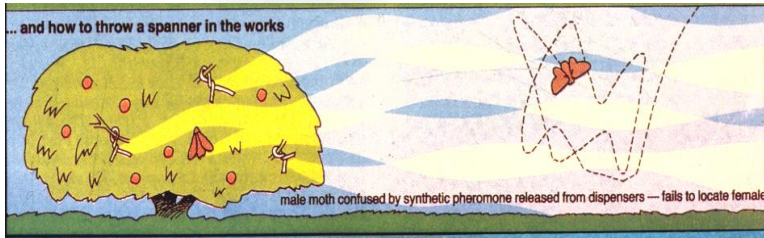
VANTAGGI TRAPPOLE AUTOMATICHE

- Drastica riduzione del costo per personale e spostamenti
- Dati disponibili in **tempo reale**
- Possibilità di **visualizzazione spaziale e temporale** dei dati
- Possibilità di **integrazione con un DSS**



APPLICAZIONI DEI FEROMONI SESSUALI

Confusione sessuale



Interferire su percezione e risposta comportamentale del maschio al feromone naturale della femmine

Meccanismi NON COMPETITIVI

1. Mascheramento messaggio feromonico
2. Saturazione dei recettori antennali
3. Assuefazione del sistema nervoso
4. Sbilanciamento messaggio feromonico

Distrazione del maschio



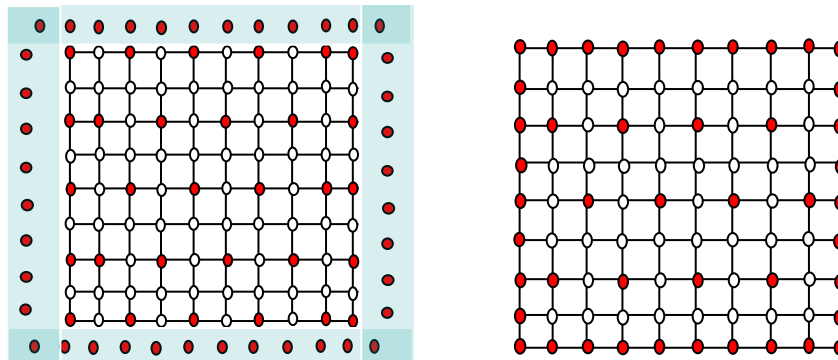
Simulare la naturale emissione delle femmine.

Meccanismo COMPETITIVO

Con il richiamo naturale della femmina

CRITERI PER UN'EFFICACE APPLICAZIONE DELLA C.S.

1. L'area di applicazione deve essere la **più ampia possibile**
2. Il **livello di popolazione** deve **essere basso** per evitare incontri casuali tra i sessi
3. Applicare i diffusori manuali **appena prima dell'inizio del primo volo** o controllare la prima generazione
4. Creare una **"zona tampone"** intorno al campo trattato o intensificare l'applicazione lungo i bordi del campo



5. **Monitorare danni** ed **eseguire trattamenti chimici all'occorrenza.**

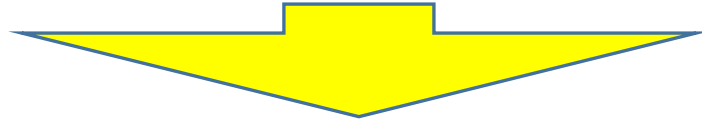
CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

1. **Livello applicativo limitato** rispetto a fruttiferi e vite
2. **Applicazione quasi esclusivamente su colture in serra** e per il **controllo di lepidotteri**
3. **Inserita come componente di una strategia di controllo integrato** in combinazione con altri mezzi di controllo



CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Fattori che complicano l'applicazione dei feromoni come mezzi diretti di lotta su ortive



- ✓ **Composizione e attività biologica del feromone**
- ✓ **Bioetologia delle specie dannose**
- ✓ **Soglie di tolleranza prossima a zero**
- ✓ **Presenza di diverse specie dannose sulla stessa coltura**

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Composizione e attività biologica del blend feromonico

Nei casi di successo contro lepidotteri dannosi a vite e fruttiferi (*Lobesia botrana*, *Cydia pomonella*, *Cydia molesta* ecc.), il componente principale induce da solo una marcata attrazione (usato per Confusione sessuale).

Nei lepidotteri dannosi a ortive (es. nottuidi), l'attrazione del maschio è indotta solo da blend feromonici complessi che includono i diversi componenti feromonici in un preciso rapporto.



Parahypopta caestrum (Hb.)

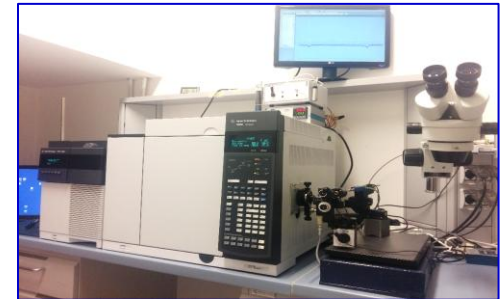
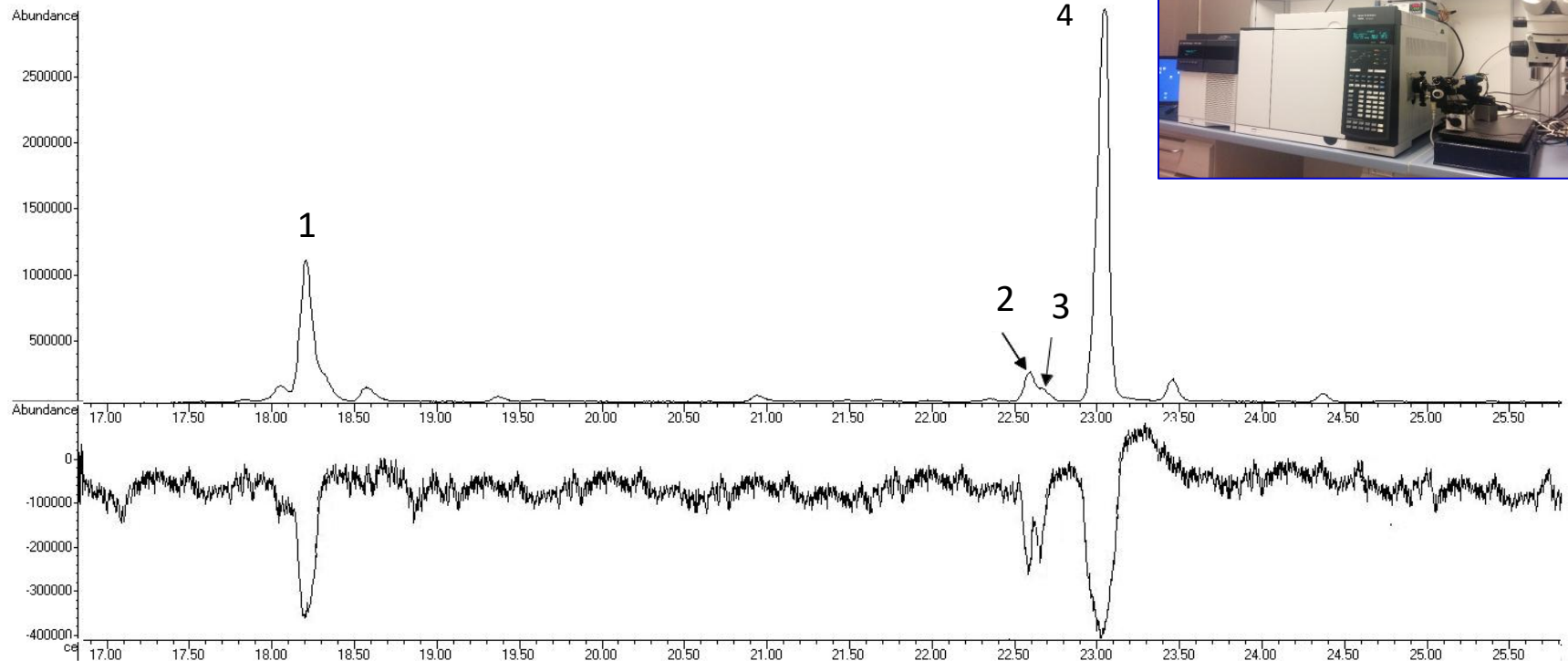
Journal of Chemical Ecology (2024) 50:321–329
<https://doi.org/10.1007/s10886-024-01504-y>

RESEARCH



Identification of the Sex Pheromone of the Asparagus Moth, *Parahypopta Caestrum* (Lepidoptera, Cossidae)

Onofrio Marco Pistillo¹ · Ilaria D'Isita¹ · Antonella DI Palma¹ · Giacinto Salvatore Germinara¹



GC-MS-EAD analysis of SPME extract from 1 calling female

Parahypopta caestrum (Hb.)



Catture di maschi di *P. caestrum* con diverse miscele di componenti feromonici

A	Component (mg)			Mean Males/trap/week ^b
	B	C	D	
0.5				0 c
	0.5			0 c
		0.5		0 c
			0.5	0 c
350	0.75			0 c
350			0.25	3 c
350		0.50		6 bc
350	0.75	0.50		1 c
350	0.75		0.25	2 c
350		0.50	0.25	45 a
350	0.75	0.25	0.50	0 c
350	0.75	0.50	0.25	10 b
350		0.25	0.50	8 b



^aConducted May 20-June 24, 2021. three replicates, rerandomized 4 times.

^bMeans followed by the same letter are not significantly different (P= 0.05)

Helicoverpa armigera (Hubner)



Germinara G.S., Di Cataldo M., Ronga G., Tabanelli G.L. 2015. Development of an effective monitoring tool for a sustainable control of *Helicoverpa armigera* in Italy. Proceedings of the 1th Farm Network Conference, Bad Durkheim (Germania), 23-24 November: 12-17

Male catches of *H. armigera* males by different experimental and commercial pheromone blends

Miscela feromoniche	Maschi/trappola (media \pm SE)
Comp. A	1.0 \pm 0.6 a
Comp. b	1.0 \pm 0.6 a
Comp c	1.0 \pm 0.6 a
A+B Mix1	84.0 \pm 7.0 abc
A+B Mix2	102.7 \pm 26.5 abc
A+B Mix3	162.7 \pm 49.5 c
A+B Mix4	138.3 \pm 13.1 bc
A+B+C Mix1	11.3 \pm 5.8 ab
A+B+C Mix2	72.0 \pm 13.0 abc
A+B+C Mix3	72.3 \pm 29.2 abc
A+B+C Mix4	294.7 \pm 53.3 d
Commercial 1	1.0 \pm 0.6 a
Commercial 2	3.5 \pm 0.4 a



CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Bioetologia delle specie dannose

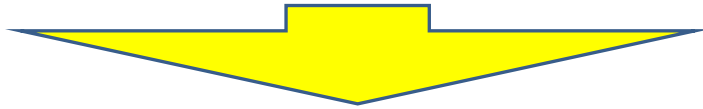
- **Polifagia**
- **Polivoltinismo**
- **Elevato potenziale biotico**
- **Possibilità di compiere migrazioni (alcune specie)**
- **Agroecosistemi con minore presenza di nemici naturali**



- **Aumentano il rischio di immigrazione di femmine fecondate in aree trattate con la confusione sessuale;**
- **Non sempre permettono di mantenere una bassa densità di popolazione del fitofago dannoso, prerequisito della Confusione sessuale**

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

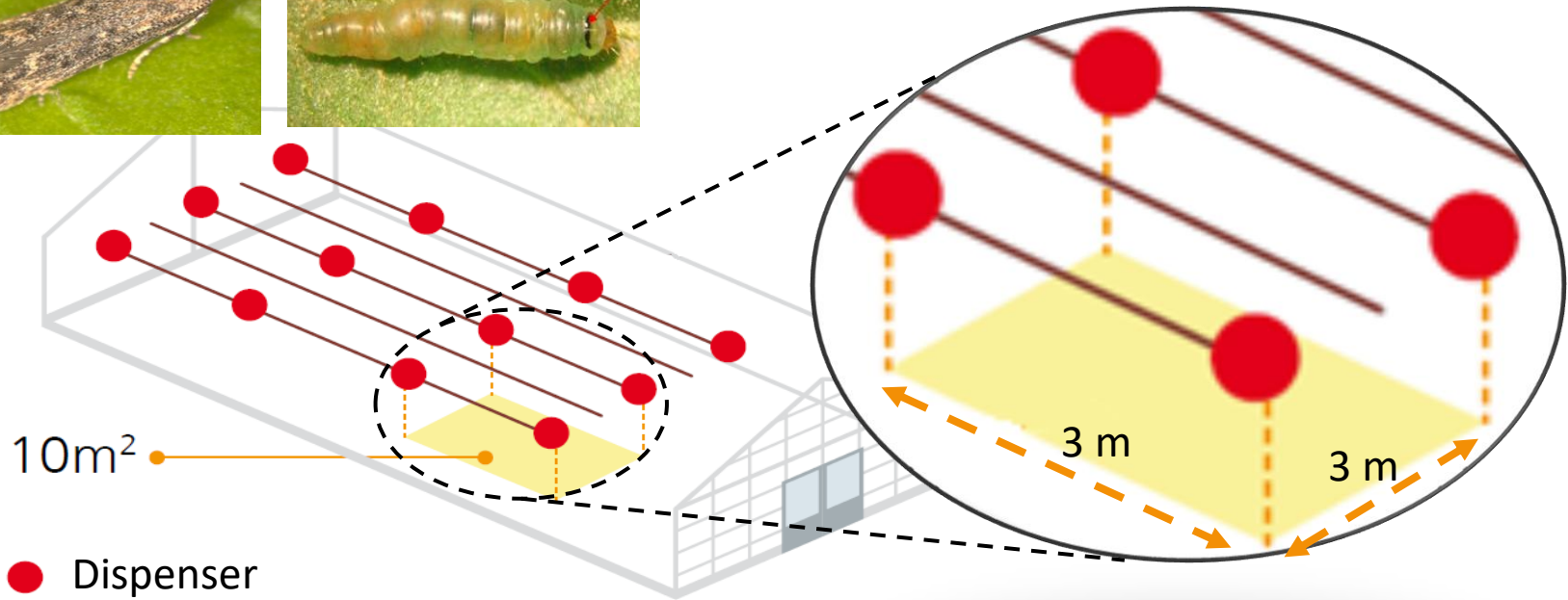
Soglia di tolleranza prossima a zero



- Non consente margini di rischio
- Favorisce comunque l'adozione integrata di diversi mezzi di difesa
- Nelle prove di efficacia della confusione sessuale su ortive spesso valutata:
 - % **inibizione delle catture** di maschi in trappole di monitoraggio
 - % di **riduzione del danno** (**non sempre**)



CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE



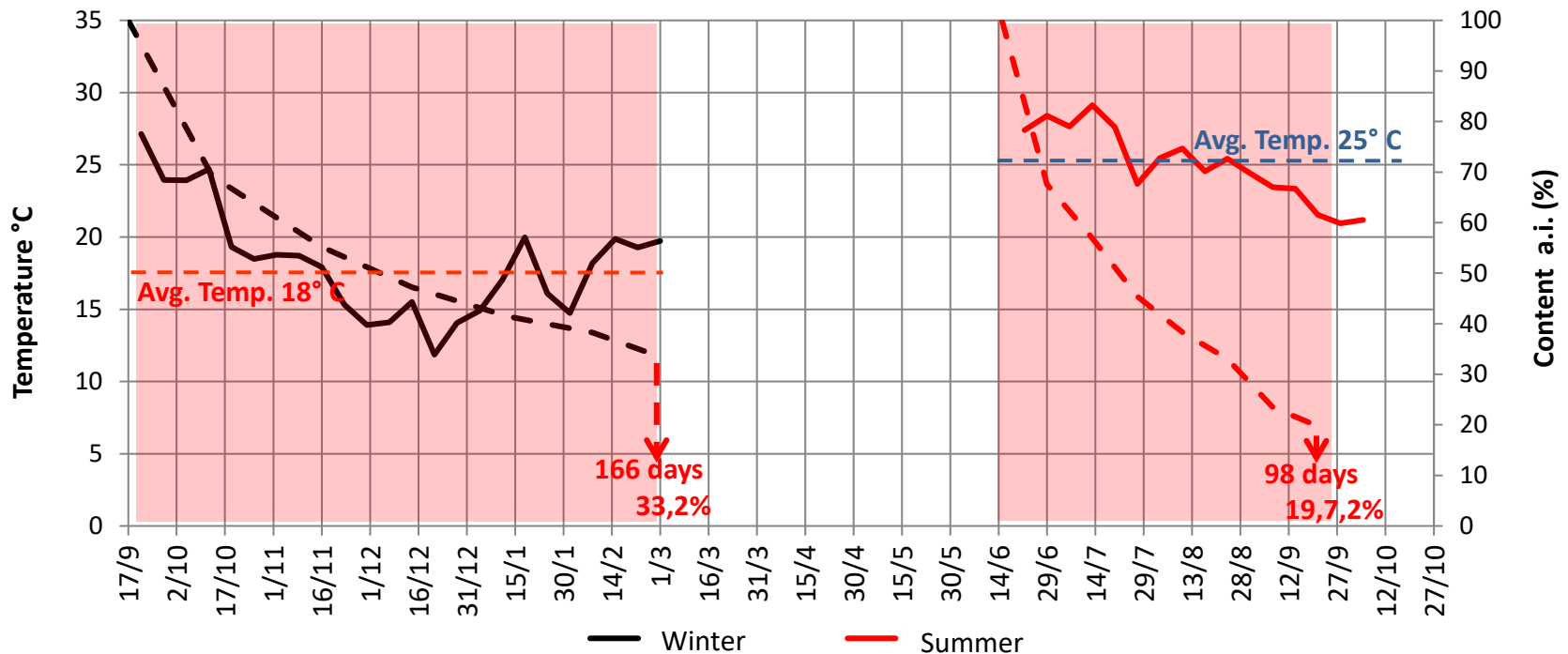
100 dispensers/1.000 m²



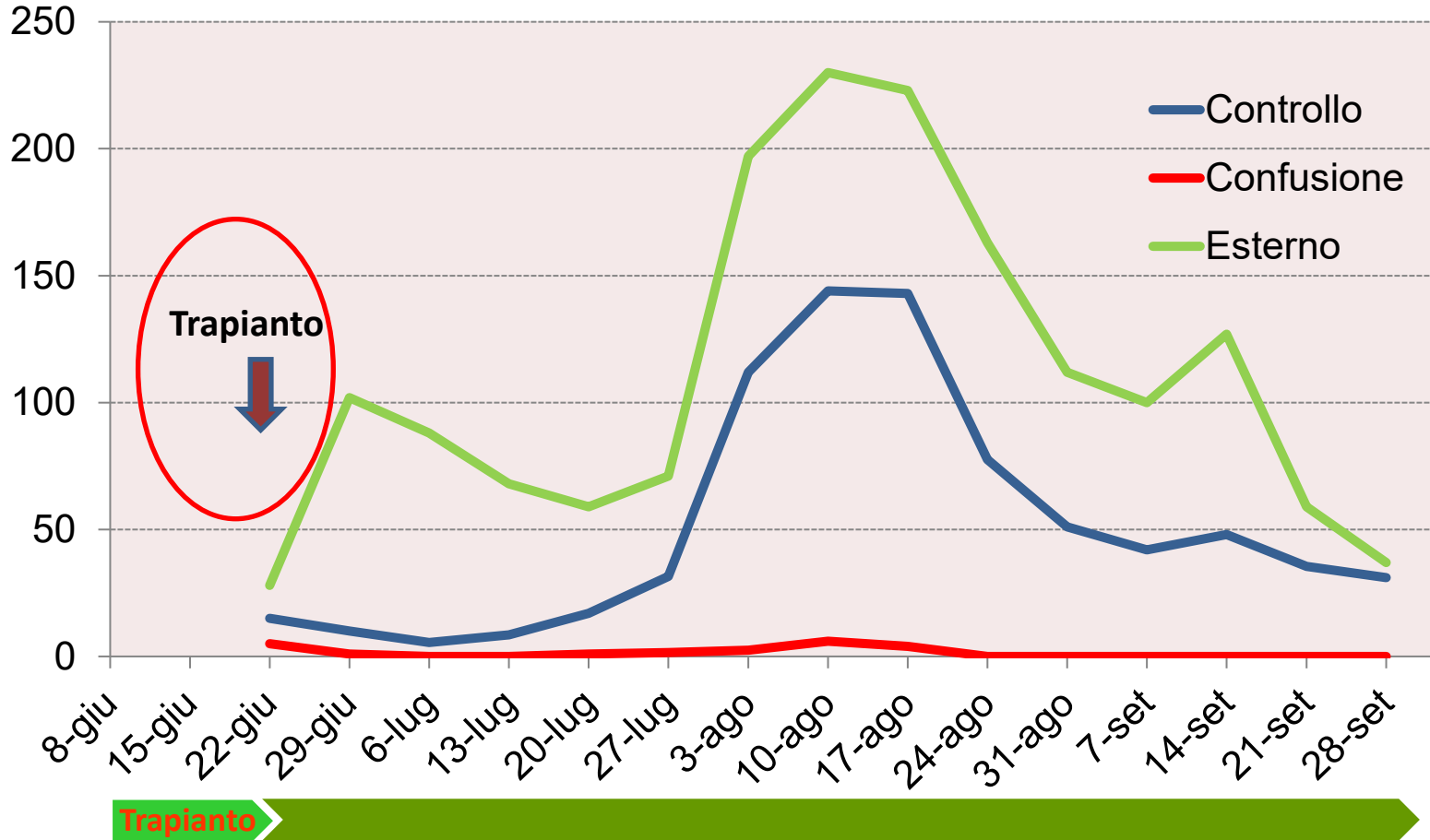
CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Durata del rilascio del feromone sessuale:

- ✓ **150-160 giorni in autunno-inverno** (Temp. media 18° C);
- ✓ **90-100 giorni in primavera-estate** (Temp. media 25° C);



CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE



Significativa riduzione delle catture di maschi nelle parcelle in confusione sessuale rispetto a parcelle non trattate e all'esterno

Ulteriori misure preventive e di lotta chimica

- **Reti anti-insetto** per evitare ingresso di femmine fecondate
- Impiego di **doppie porte**
- Rimozione e distruzione **dei residui della coltura** precedente
- Rimozione di **piante infestanti** all'esterno della serra
- Rimozione di **foglie infestate** durante il ciclo produttivo
- **Trattamenti chimici** in caso di elevati livelli di popolazione



CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Spodoptera littoralis (*Nottua mediterranea*)



CONFUSIONE SESSUALE

Erogatore: polimero spray

I.A.: (Z,E)-9, 11-14:Ac

Dosaggio:

5.000 punti di emissione/ha

75 g/ha


Rilascio:

3 g/ha/giorno

Mating Disruption of the Egyptian Cotton Leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), in Cotton with a Polymeric Aerosol Formulation Containing (Z,E)-9,11-tetradecadienyl Acetate


M. KEHAT, E. DUNKELBLUM, S. GOTHILF, N. BAR SHAVIT,
DEVORA GORDON, AND MIRIAM HAREL

Institute of Plant Protection, Agricultural Research Organization,
The Volcani Center, Bet Dagan, Israel



Date (1985)	Days after treatment	Application	No. of mating pairs ^a	♂ per trap per night
23 Sept.	-1	Control	6a	5a
		Treatment	7a	4a
24 Sept.	+1	Control	24a	9a
		Treatment	2b	0b
27 Sept.	+4	Control	15a	6a
		Treatment	3b	0b
3 Oct.	+10	Control	1a	56a
		Treatment	0b	3b

Means followed by the same letter are not significantly different (*t* test; *P* = 0.05).

- 
- ✓ **Riduzione catture di maschi**
 - ✓ **Riduzione accoppiamento**
(rilevati in campionamenti di 20 min tra 01:00 -03:30 di notte)

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE



Semiochemicals without borders
Joint Conference of IOBC-WPRS and IOBC EPRS Pheromone Groups
Budapest, Hungary, 15-20 November 2009

Control of *Spodoptera littoralis* (Bsdv.) by biodegradable, low-dosage, slow-release pheromone dispensers.

Rama, F., Reggiori, F., Albertini, A.

Isagro Ricerca s.r.l., Via Fauser, 4, 28100 Novara, Italy, frama@isagro.com

CONFUSIONE SESSUALE

Erogatore: filo di cellulosa

Z,E-9,11-14:Ac 95

Z,E-9,12-14:Ac 5

Ricoperto da Mater-B biodegrad.

Dosaggio:

600 m/ha

20-40 g/ha

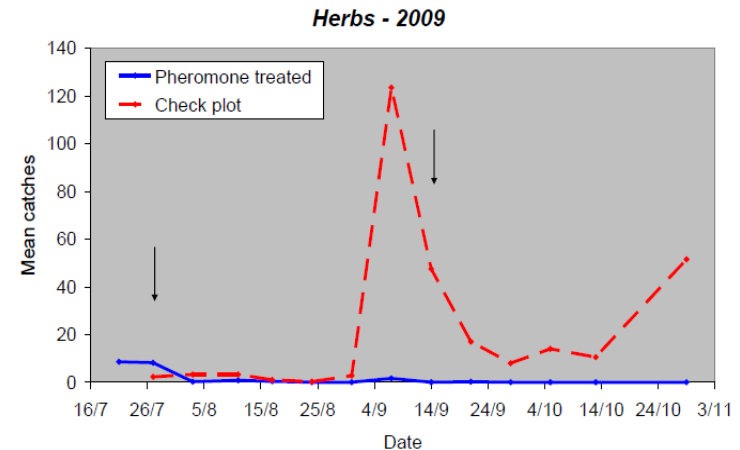


Figure 4. Average *S. littoralis* trap catches on herbs - 2009

Table 7. Damage assessment at harvest time. Herbs – Albenga (SV)

Date	Pheromone	Check plot
25/09/09	0,00%	7,66%
28/10/09	6,67%	18,29%

✓ **Riduzione catture maschi**

✓ **Riduzione danno larve**

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Spodoptera exigua

(Nottua piccola)



CONFUSIONE SESSUALE

Erogatore: (Yotoh-con-S)

Tubo di polietilene contenente 160 mg

miscela Z9,E12-14:OH 70

Z9-14:Ac 30

Dosaggio:

250 erogatori di feromoni per ettaro

40 g i.a. per ettaro



Crop Protection 19 (2000) 327-334



Mating disruption of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae)
in vegetables by a synthetic pheromone

D.L. Kerns*

Department of Entomology, Yuma Agricultural Center, The University of Arizona, 6425 West 8th Street, Yuma, AZ 85364-9623, USA

Received 1 December 1999; accepted 31 January 2000

✓ **Inibizione significativa di
catture di maschi:**

Confusione + Chimico
rispetto a **Solo chimico**

✓ **Riduzione infestazione
larvale non sempre
significativa**

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Helicoverpa armigera

(Nottua gialla del pomodoro)



Article

Mating Disruption of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on Processing Tomato: First Applications in Northern Italy

Giovanni Burgio*, Fabio Ravaglia, Stefano Maini, Giovanni Giorgio Bazzocchi, Antonio Masetti and Alberto Lanzoni



Erogatore: 0,29 g a.i. Z11-16:Ald 91
Z9-16:Ald 9
100 erogatori/ha (=29 g a.i./ha)
0,8 m di altezza
10x10 m (griglia)

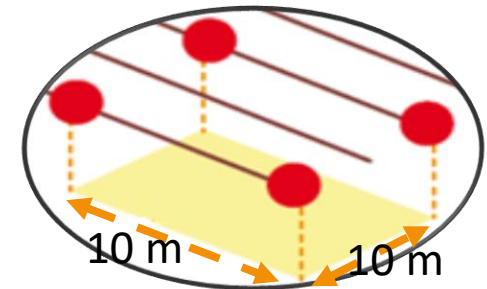


Table 1. Insecticide sprays applied to tomato fields for *H. armigera* control.

Year	Day	Commercial Name	Active Ingredient	Dose kg c.p./ha
2011	04 July	Steward®	Indoxacarb (30 g/L)	0.125
	21 July	Affirm®	Emamectin Benzoate (0.95%)	1.5
2012	19 July	Affirm®	Emamectin Benzoate (0.95%)	1.5
	10 August	Steward®	Indoxacarb (30 g/L)	0.125

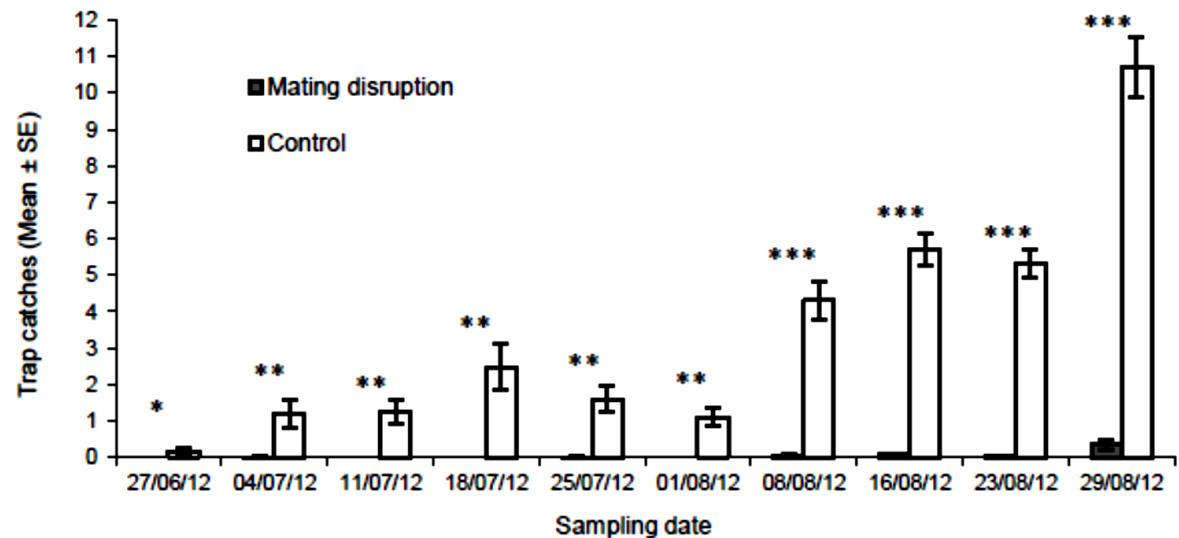
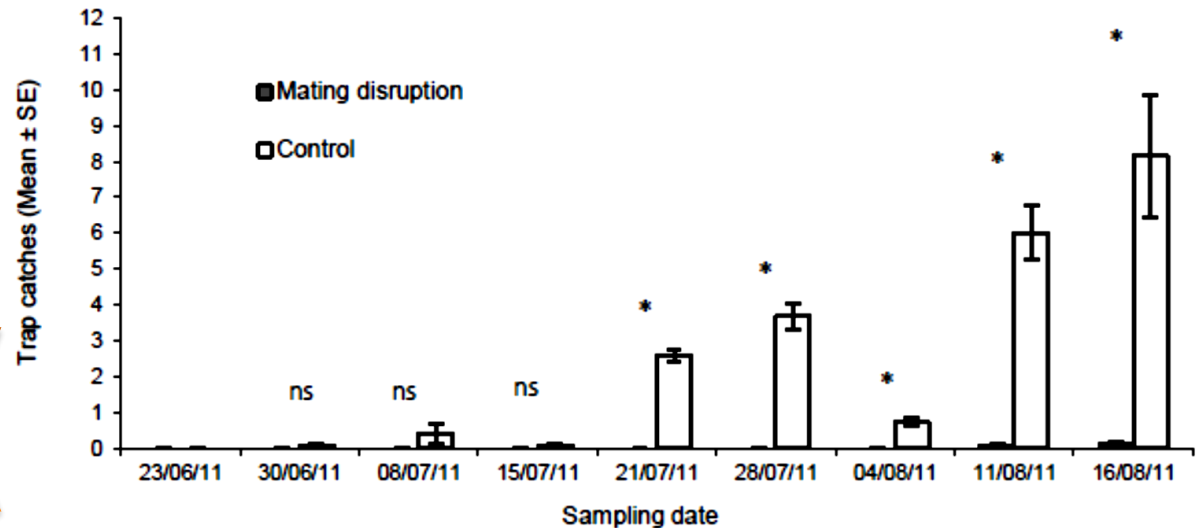
c.p., commercial product.

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Mating disruption = insetticidi + confusione sessuale

Control = trattato con insetticidi

**Inibizione catture
di maschi >95%**



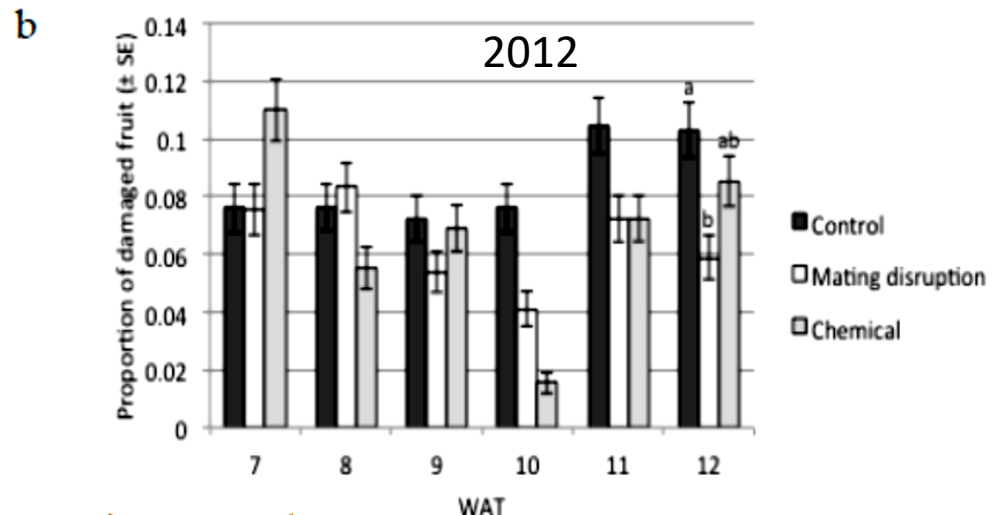
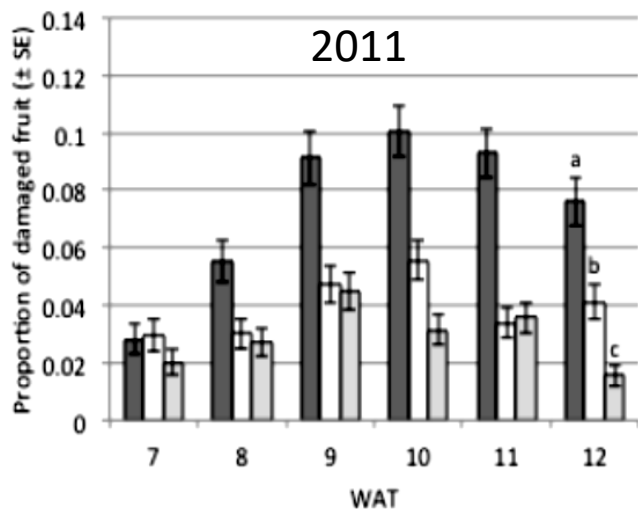
CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

PERCENTUALE DI FRUTTI DANNEGGIATI

Control = Non trattato

Mating disruption = insetticidi + confusione sessuale

Chemical = trattato con insetticidi

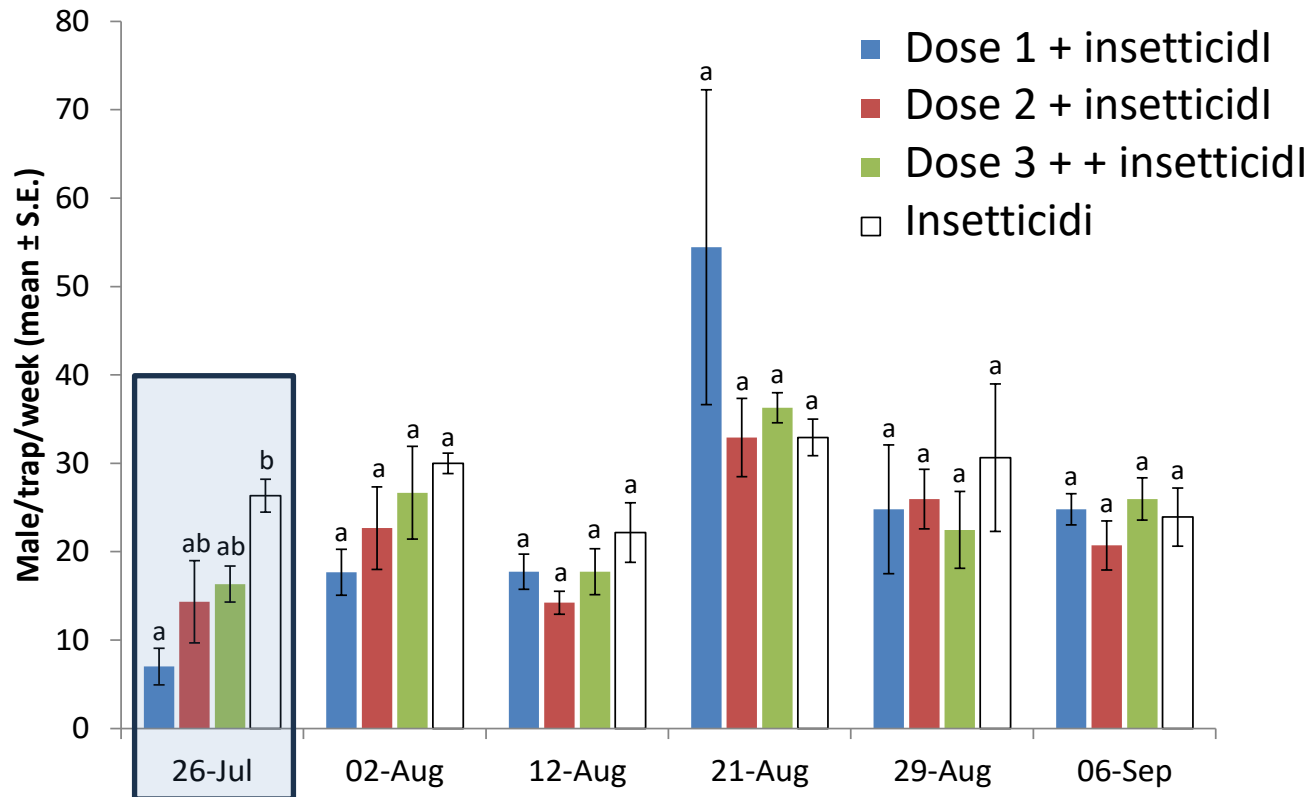


2011: chimico > confusione sessuale > non trattato

2012: confusione sessuale > chimico > non trattato

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

Applicazione formulato spray contenente diverse dosi del componente principale del feromone sessuale di *H. armigera* in Italia meridionale (Foggia)



Catture di maschi di *H. armigera* (maschi/trappola/Settimana, mean \pm S.E.) in parcelle trattate con insetticidi e parcelle trattate con insetticidi + confusione sessuale in campi di pomodoro coltivati a Foggia. Per ogni settimana, barre con lettere diverse sono significativamente differenti per $P = 0.05$ (HSD-Tukey test).

CONFUSIONE SESSUALE SU ORTIVE

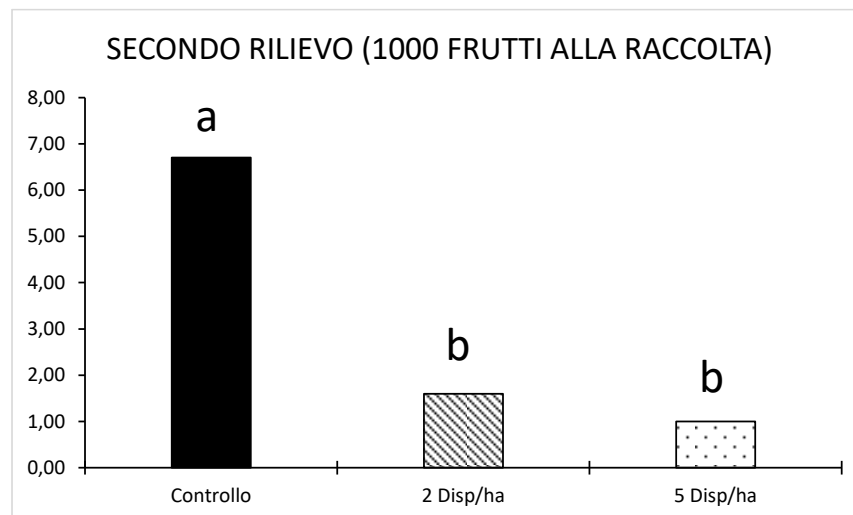
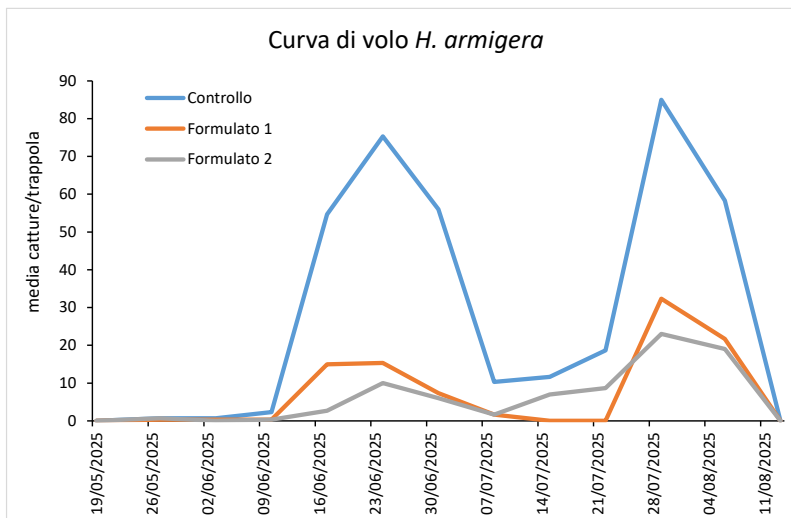
Applicazione di formulazioni aerosol di attrattivi sessuali di *H. armigera* in Italia meridionale (Foggia)

Controllo = chimico

Formulato 1 = 2 erogatori/ha

Formulato 2 = 5 erogatori/ha

- ✓ **Inibizione catture maschi 81%**
- ✓ **Significativa riduzione del danno larvale** (% di frutti danneggiati alla raccolta)



APPLICAZIONI DI SEMIOCHIMICI SU ORTIVE

2. MEZZI DIRETTI

Cattura massale



Lotta attratticida



INTERFERENZA
SU ATTIVITÀ RIPRODUTTIVA



Eliminazione del maggior numero
possibile di maschi dall'ambiente



Attrazione dei maschi (o di
entrambi i sessi) su un supporto
trattato con insetticida di
contatto e loro contaminazione

LOTTA ATTRATTICIDA CON CAIROMONI

MAGNET - Insect Attractant Technology (*Helicoverpa armigera*)

SCREENING DELL'ATTRATTIVITA' DI 40 SPECIE VEGETALI VERSO *H.ARMIGERA*
(GC-MS, EAG, wind tunnel, campo)



IDENTIFICAZIONE DI UN
'SUPER BLEND' ATTRATTIVO
DI VOLATILI VEGETALI



SOSTANZE ZUCCHERINE
(FAGOSTIMOLANTE)



Fasce di 20-100 cm
distanziate di ca. 70 m

INSETTICIDA ADULTICIDA
ATTIVO PER INGESTIONE



Grazie per la cortese attenzione!!!