

EFFICACIA DI ISONET[®] T, UN NUOVO SISTEMA PER IL CONTENIMENTO DI *TUTA ABSOLUTA* MEDIANTE CONFUSIONE SESSUALE

L. SANNINO¹, F. PIRO², S. PROTO¹, F. SAVINO³, R. GRIFFO⁴, A. CONTE⁵, F. PUNZI⁵

¹CRA, Unità di ricerca per le colture alternative al tabacco, via P. Vitiello 108,
84018 Scafati (SA)

²CRA, Agronomo, già dirigente di ricerca del CRA

³CBC (Europe) S.r.l. - Biogard Division, via E. Majorana 2, 20834 Nova Milanese (MB)

⁴Assessorato all'agricoltura - Servizio fitosanitario, Regione Campania

⁵Gruppo Punzi, piana del Sele (SA)

luigi.sannino@tin.it

RIASSUNTO

La difesa del pomodoro dalla tignola *Tuta absoluta* (Lepidoptera Gelechiidae) mediante confusione sessuale con il diffusore Isonet T (600 e 1.000 unità per ettaro) e 4-5 applicazioni insetticide è stata confrontata con una gestione della difesa basata su insetticidi in saggi aziendali in tunnel-serre protette con reti anti-insetto negli anni 2011-2012-2013 in Campania. In cicli colturali differenti, centrate a inizio, mezza e fine estate, con differenti livelli di presenza della *T. absoluta*, il metodo della confusione sessuale con il diffusore a 600 e 1.000 unità per ettaro ha mostrato un ottimo contenimento della tignola, nettamente superiore rispetto alla difesa con i soli insetticidi. Il metodo di confusione saggiato consente risparmi nella spesa per l'applicazione di insetticidi e minori livelli di residui nel prodotto.

Parole chiave: Tignola del pomodoro, feromoni

SUMMARY

CONTROL OF THE TOMATO MOTH *TUTA ABSOLUTA* IN TOMATO GREENHOUSE BY MATING DISRUPTION WITH ISONET[®] T

The efficacy of mating disruption with the dispenser Isonet T (600 and 1,000 dispensers per hectare) and 4-5 insecticide sprays for the control of the moth *Tuta absoluta* (Lepidoptera Gelechiidae) on tomato was compared with that of an insecticide-only control programme on-farm trials in tunnel type greenhouses protected with anti-insect nets in the years 2011-2012-2013 in the Campania region. In different crop seasons, centered in early, mid and late summer, and with different levels of presence of the moth population, mating disruption with 600 and 1,000 dispensers per hectare showed an excellent control of the moth, definitely higher than that of the insecticide-only control programme. The tested mating disruption method allows to reduce expenses in chemical sprays and levels of chemical residues in the product.

Keywords: Tomato moth, pheromones

INTRODUZIONE

La coltura del pomodoro in Campania, con circa 5.000 ettari, è una delle più importanti per l'economia regionale. Tra gli insetti parassiti dell'apparato aereo, oltre ad acari e aleirodidi, la tignola (*Tuta absoluta* Meyrick, Lepidoptera Gelechiidae) è particolarmente dannosa per la frequenza e per l'intensità degli attacchi (Arnó *et al.*, 2009; Sannino e Espinosa, 2010; Rapisarda *et al.*, 2013). Le larve vivono sulla parte epigea della pianta minando le foglie e insinuandosi nei frutti, ove scavano gallerie che ne pregiudicano il valore commerciale.

Nel comprensorio orticolo della piana del Sele la tignola è attiva da maggio a novembre, con popolazioni che aumentano per tutta la primavera e l'estate raggiungendo la massima densità a

fine estate (Sannino *et al.*, 2013). Il tempo di completamento di una generazione varia da meno di un mese nel periodo caldo fino a quattro mesi in quello freddo. In condizioni favorevoli i cicli si sovrappongono, con compresenza di uova, larve e adulti. La posizione all'interno degli organi attaccati e la virulenza delle infestazioni rendono difficile il contenimento delle popolazioni. Nella piana del Sele la lotta alla tignola è condotta applicando reti anti-insetto alle serre, rimuovendo e distruggendo tempestivamente i residui della coltivazione e mediante interventi con insetticidi in numero variabile in rapporto alla stagione, all'intensità dell'attacco e alla gestione aziendale, arrivando nelle zone più a rischio fino a 5-6 trattamenti per ciclo colturale.

La comparsa di popolazioni resistenti nei confronti delle sostanze attive usate da più tempo (Siquera *et al.*, 2000; Reyes *et al.*, 2011) e l'esigenza di contenere i livelli di residui nei prodotti finali impongono la ricerca di mezzi e metodi di lotta che uniscano efficacia e basso livello di residui. L'impiego di feromoni sessuali sintetici per contenere le popolazioni di insetti disturbando gli accoppiamenti è un metodo selettivo sperimentato per diversi insetti (Thomson *et al.*, 1999). Prove di contenimento della tignola del pomodoro con questo metodo sono state eseguite, con risultati non sempre soddisfacenti, in Brasile (Michereff Filho *et al.*, 2000), in Spagna (Núñez *et al.*, 2009; Martí Martí *et al.*, 2010; Navarro Llopis *et al.*, 2010; Vacas *et al.*, 2011) e in Italia (Savino *et al.*, 2011; Cocco *et al.*, 2013). Il diffusore di feromone Isonet® T [distribuito in Italia da CBC (Europe) S.r.l.-Biogard Division e prodotto da Shin-Etsu Chemical Co., Giappone] ha fornito risultati promettenti in un saggio preliminare nella piana del Sele (Sannino *et al.*, 2012) ed è stato quindi utilizzato in tre saggi a scala aziendale negli anni 2011-2013, sui quali si riferisce in questa nota.

MATERIALI E METODI

I saggi sono stati condotti nella piana del Sele (Sa) in un'azienda regolarmente interessata da consistenti attacchi di *Tuta absoluta* nel periodo estivo-autunnale, su colture pacciamate di pomodoro da mensa (cv Lancelot) in tunnel di polietilene muniti di reti anti-insetto. Le colture, trapiantate a una densità di circa 32.000 piante per ettaro, nei giorni 13 giugno 2011, 5 aprile 2012 e 29 maggio 2013, sono state allevate monostelo e condotte secondo le buone pratiche agricole di zona per il tipo di pomodoro. In ciascun saggio sono state confrontate due strategie di difesa: a) 'ordinaria', consistente in una serie di applicazioni di insetticidi, secondo i criteri seguiti nell'azienda; b) confusione sessuale, mediante il diffusore Isonet T, integrata con un numero ridotto di applicazioni con insetticidi. Il diffusore Isonet T consta di due microcapillari paralleli di materiale polimerico, uno dei quali contiene un filo di alluminio per permettere l'applicazione del dispositivo al sostegno, mentre l'altro è riempito con la miscela feromonica ((E,Z,Z)-3,8,11-tetradecatrien-1-yl acetato, (E,Z)-3,8-tetradecadien-1-yl acetato) e consente il rilascio costante e prolungato del feromone.

Nel 2011 le due strategie di difesa sono state assegnate rispettivamente a due tunnel-serre distanziate un centinaio di metri, alte 5 m al colmo e chiuse con teli di polietilene ai lati e con reti anti-insetto nelle due aperture frontali, impegnando una superficie complessiva di 4.800 m². I diffusori sono stati posizionati a 2,2 m dal suolo il 14 giugno, un giorno dopo il trapianto, a una densità di 1.000/ha, raddoppiando il numero di diffusori nelle parti perimetrali. Il trattamento di gestione ordinaria della difesa ha comportato nove applicazioni insetticide, cinque delle quali sono state condivise con il trattamento di confusione (Tabella 1).

Nel 2012 il programma di difesa ordinaria è stata assegnata a una parcella di 1.300 m², mentre quello di confusione, differenziato per due densità dei diffusori (sub-trattamento), 600 e 1.000 per ettaro, è stato assegnato a due parcelle di 550 m² ciascuna, opportunamente separate, in tunnel-serre con le stesse caratteristiche dell'anno precedente. I diffusori sono stati

sistemati al trapianto, il 5 aprile. Nella gestione ordinaria sono state eseguite cinque applicazioni di insetticidi, quattro delle quali condivise da quello di confusione.

Nel 2013 sono state ripetute le gestioni di difesa del 2011, con le stesse due densità dei diffusori, su tre parcelle di 1.400 m² in un tunnel-serra con le caratteristiche sopra descritte. I diffusori sono stati montati al trapianto, il 29 maggio. La gestione ordinaria ha compreso sette applicazioni di insetticidi, quattro delle quali condivise da quello di confusione.

Tabella 1. Applicazioni insetticide nei tre saggi: serie completa per la tesi di gestione ordinaria e ridotta per la tesi di confusione (contrassegnata con asterisco)

Sostanza attiva	Formulato e (% p.a.)	Dose (mL-g/ha p.a.)	Data
Anno 2011			
Imidacloprid+Pyriproxyfen*	Warrant+Juvinal (17+10,8) *	85+81	1/7
Spinosad+olio di colza*	Laser+Codacide (44,2+95) *	110,5+2375	7/7
Spinosad+olio di colza	Laser+Codacide (44,2+95)	110,5+2375	13/7
Thiamethoxam*	Actara (25) *	50	18/7
Spinosad+olio di colza	Laser+Codacide (44,2+95)	110,5+2375	23/7
Rynaxypyr+olio di colza*	Altacor+Codacide (35+95) *	42+2375	9/8
Thiamethoxam	Actara (25)	50	17/8
Rynaxypyr+olio di colza*	Altacor+Codacide (35+95) *	42+2375	30/8
Abamectina+Pyriproxyfen	Vertimec+Juvinal (1,9+10,8)	14,2+81	17/9
Anno 2012			
Acetamiprid*	Epik (5) *	100	11/4
Abamectina*	Vertimec (1,84)*	11	25/5
Emamectina benzoato*	Affirm (0,95)*	14,2	1/6
Spinosad	Laser (44,2)	353,6	8/6
Pyriproxyfen*	Juvinal (10,68) *	80,1	21/6
Anno 2013			
Spinosad*	Laser (44,2) *	353,6	14/6
Acetamiprid*	Epik (5) *	100	29/6
Rynaxypyr	Altacor (35)	42	5/7
Rynaxypyr	Altacor (35)	42	16/7
Abamectina*	Vertimec (1,84) *	11	23/7
Emamectina benzoato	Affirm (0,95)	14,2	9/8
Abamectina*	Vertimec (1,84) *	11	14/8

Le applicazioni sono state eseguite con atomizzatore pneumatico (tifone TF10), impiegando un volume di acqua sufficiente a bagnare uniformemente la vegetazione fino a gocciolamento (800-1.200 L/ha). La difesa contro i patogeni fungini è stata condotta alternando prodotti rameici ad altri a base di mancozeb, cymoxanil, metalaxil e azoxystrobin.

Osservazioni dell'attacco a foglioline e frutti sono state eseguite periodicamente esaminando una foglia e due frutti apicali di 150 piante per tesi di gestione (e sub-trattamenti di confusione negli anni 2012 e 2013), stratificate in tre ripartizioni della parcella (rispettivamente bordi e centro), dal 14 giugno al 21 settembre nel 2011, dal 5 giugno al 28 agosto nel 2012 e dal 12 aprile al 12 luglio nel 2013.

Per rilevare la presenza di adulti di *T. absoluta* in volo sono state impiegate trappole IsoTrap IT 400 con diffusore IsoLure® Ta [distribuito in Italia da CBC (Europe) S.r.l.-Biogard Division e prodotto da Shin-Etsu Chemical Co., Giappone], disposte a 2,2 m di altezza nelle

parcelle trattate e in un'area esterna non trattata con insetticidi a 500-700 m dall'area sperimentale. Nel 2011 e nel 2013 sono state usate due trappole per tesi e sub-tesi, distanziate 50 m, e una esterna; nel 2012 una trappola per parcella e una esterna.

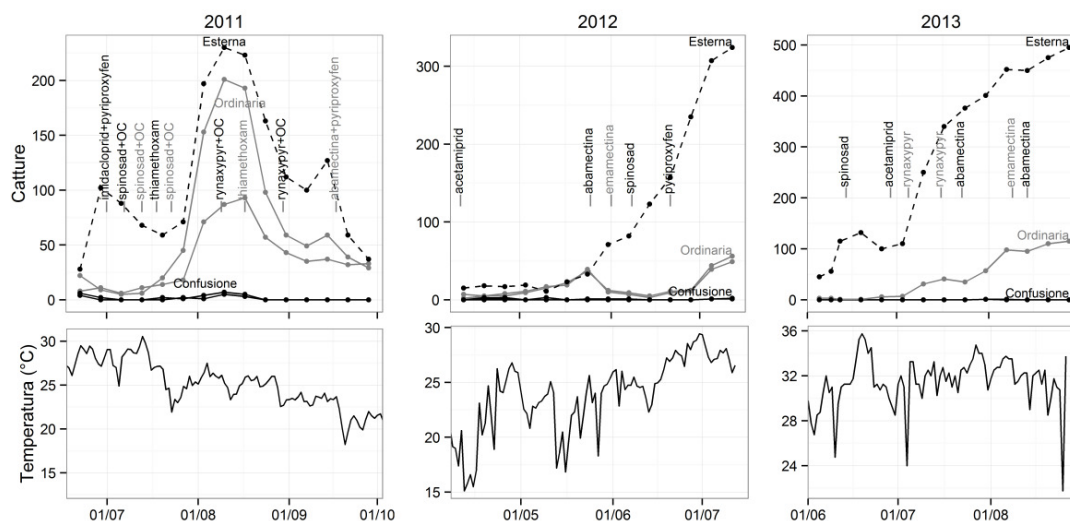
Le osservazioni delle catture sono state eseguite dal 14 giugno al 21 settembre nel 2011, dal 5 aprile al 12 luglio nel 2012 e dal 29 maggio al 28 agosto nel 2013.

I valori medi attesi dell'attacco della tignola per tipologia di gestione e intervalli di confidenza predittivi sono stati stimati adattando ai totali delle ripartizioni parcellari distribuzioni di Poisson (attacco fogliare) o binomiale (attacco ai frutti) con il fattore gestione come componente sistematica, utilizzando l'ambiente R (R Core Team, 2013), il software jags (Plummer, 2003) e funzioni dei pacchetti per R R2jags (Yu-Sung e Masanao, 2012) e ggplot2 (Wickham, 2009). Dal momento che i livelli di attacco e di catture per le due densità di applicazione del diffusore Isonet T sono risultati molto simili, nel riassumere i dati non si è tenuto conto della differenza di densità e si è considerato un'unica strategia di confusione.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Buone pratiche colturali hanno consentito un normale sviluppo della coltura. I feromoni utilizzati si sono dimostrati completamente selettivi nei riguardi della specie bersaglio, avendo riscontrato nelle trappole solo adulti di Tuta. Le catture del 2011 nell'ambiente esterno sono state in numero moderato per tutto il mese di luglio, tra 50 e 100 individui, sono aumentate rapidamente a inizio agosto, raggiungendo un picco di oltre 200 nella prima decade del mese e quindi sono diminuite altrettanto rapidamente, scendendo intorno alle 100 unità a fine mese e mantenendosi a tale livello fino a metà settembre, per poi declinare bruscamente nell'ultima decade del mese (Figura 1)

Figura 1. Catture di adulti di *T. absoluta* in relazione all'ambiente di gestione della difesa (ordinaria, confusione) e fuori dall'area sperimentale (esterna) nei differenti periodi di esecuzione dei saggi. Due trappole per tipologia di gestione sono state impiegate negli anni 2011-2012, una nel 2013. I tempi delle applicazioni di insetticidi nelle parcelle trattate sono indicati dai nomi delle sostanze attive impiegate e i nomi in grigio indicano le applicazioni eseguite solo nella gestione ordinaria



Nella tesi a gestione ordinaria il numero di catture è diventato di rilievo solo a fine luglio e da allora in poi ha mostrato una tendenza simile a quella rilevata nell'ambiente esterno, anche se con livelli più contenuti, specialmente in una delle due trappole, probabilmente per il diradarsi delle applicazioni insetticide, che in luglio erano state più frequenti. Nell'ambiente a confusione, invece, le catture sono state rare per tutto il periodo.

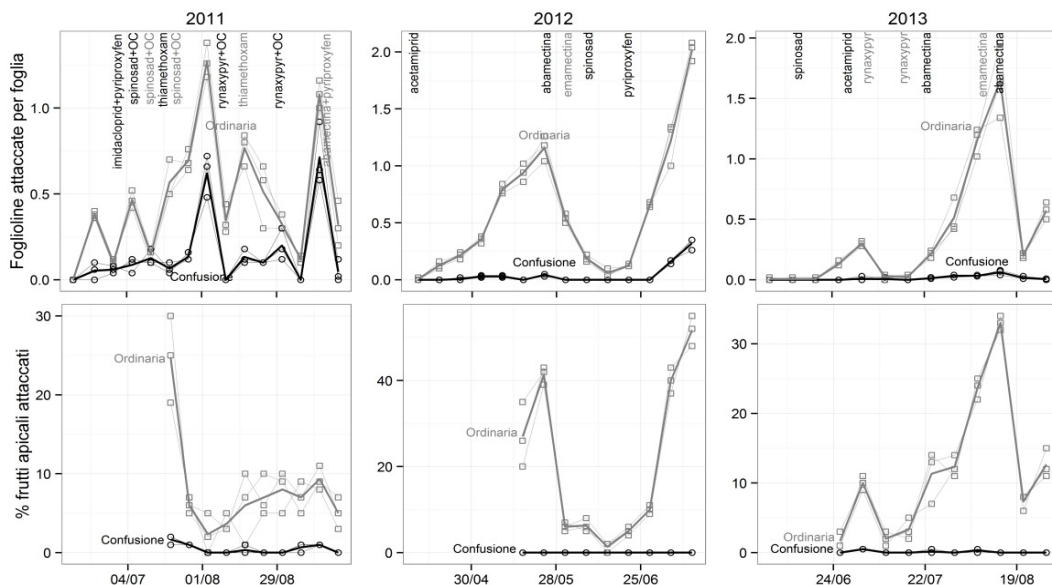
Nel 2012 il saggio è stato condotto su una coltura più precoce e le catture sono state piuttosto rare anche nell'ambiente esterno fino a inizio giugno, epoca a partire dalla quale si è avuto un continuo aumento fino a raggiungere livelli di oltre 300 catture nella prima settimana di luglio. Delle cinque applicazioni insetticide quattro sono state concentrate tra fine maggio e prime due decadi di giugno, riuscendo a mantenere molto basso in tale periodo il livello delle catture nella tesi a gestione ordinaria, mentre in quello a confusione venivano rilevati pochi individui in tutto il periodo.

La coltura del 2013 era ritardata di circa due mesi rispetto a quella dell'anno precedente e anticipata di circa un mese rispetto a quella del 2011, cadendo nei mesi più caldi dell'anno e ha fatto rilevare livelli di catture nettamente più alti in luglio e agosto, crescenti nel tempo fino a 500 individui. Nella gestione ordinaria il contenimento dell'attività di volo della tignola è stato efficace quando questa era ancora moderata nell'ambiente esterno, ma l'efficacia è diminuita in agosto e le catture hanno raggiunto livelli intorno a 100 individui, mentre nella confusione solo qualche individuo è stato rilevato.

Nei tre anni la gestione della difesa contro la tignola in tunnel-serra con il metodo della confusione sessuale basato sul diffusore Isonet T integrato da 4-5 applicazioni insetticide ha praticamente azzerato le catture di adulti rispetto all'ambiente esterno, mentre con la gestione ordinaria la riduzione media è variata tra il 52% e l'84%.

I livelli di attacco su foglie e frutti sono rappresentati nella Figura 2.

Figura 2. Livelli di attacco di *T. absoluta* a foglie e frutti di pomodoro in relazione al metodo di gestione della difesa (ordinaria, confusione) nei differenti periodi di esecuzione dei saggi. Valori osservati (simboli e linee sottili) e interpolazioni medie (linee spesse). I tempi delle applicazioni di insetticidi nelle parcelle trattate sono indicati dai nomi delle sostanze attive impiegate e i nomi in grigio indicano le applicazioni eseguite solo nella gestione ordinaria



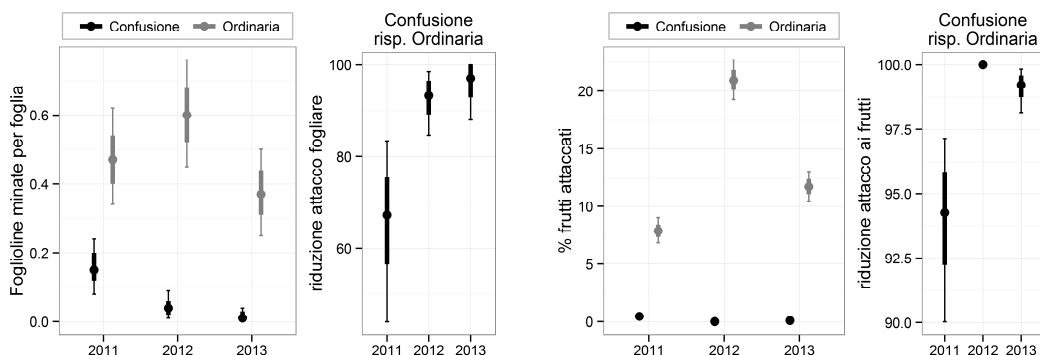
Nel 2011 l'attacco alle foglie è stato abbastanza contenuto, anche se tendente ad aumentare un poco negli intervalli tra le applicazioni insetticide, e l'andamento è stato simile per le due tesi a confronto, ma a un livello consistentemente inferiore per la confusione. L'attacco ai frutti, rilevato per un periodo più limitato, ha mostrato una differenza ancora più ampia, con valori prossimi a zero per la confusione e percentuali passate dal 25% al 5% per la gestione ordinaria.

Nel 2012, nell'intervallo di oltre un mese tra la prima e la seconda applicazione insetticida l'attacco fogliare nella gestione ordinaria è aumentato fino a oltre una fogliolina minata per foglia, ma dopo è stato ridotto per circa un mese con le applicazioni insetticide successive prima di riprendere ad aumentare al termine delle stesse, raggiungendo un livello intorno a due foglioline per foglia a inizio luglio. L'attacco ai frutti è risultato piuttosto alto (30-40%) nei primi due rilievi, eseguiti nella terza decade di maggio, a distanza di oltre un mese dalla prima applicazione insetticida e prima della successiva, ma è stato efficacemente ridotto dalle quattro applicazioni insetticide eseguite tra fine maggio e prime due decadi di giugno, anche se temporaneamente, perché dopo è aumentato rapidamente fino a interessare metà dei frutti nell'ultimo rilievo. Nella gestione per confusione, invece, gli attacchi alle foglie sono stati del tutto sporadici e solo a inizio luglio è stato rilevato un piccolo numero di foglioline attaccate, mentre nessun frutto è stato attaccato.

Nel 2013 le applicazioni insetticide sono state in numero uguale (quattro) rispetto all'anno precedente nella gestione per confusione, ma più numerose (sette invece di cinque) nella gestione ordinaria, con una distribuzione più uniforme nella prima fase della coltura (giugno e luglio), consentendo per quest'ultima un contenimento soddisfacente dell'attacco alle foglie e un poco meno di quello ai frutti, ma un intervallo più lungo tra la quinta e la sesta applicazione ha fornito occasione per un balzo degli attacchi fino a quasi due foglioline per foglia e a oltre il 30% dei frutti, prima che le due rimanenti applicazioni li riportassero a livelli più tollerabili. Come per l'anno precedente, solo qualche sporadica fogliolina o frutto ha mostrato attacchi nella gestione per confusione.

La gestione per confusione con il diffusore Isonet T, alle densità di impiego di 600 e 1.000 per ettaro, con un limitato numero di applicazioni insetticide, è risultata molto più efficace di quella ordinaria nel contenimento degli attacchi di tignola a foglie e frutti, riducendoli quasi totalmente, in particolare nelle stagioni di maggiore infestazione (2012 e 2013) (Figura 3).

Figura 3. Livelli medi di attacco di *T. absoluta* a foglie e frutti in relazione al metodo di gestione della difesa e riduzione dell'attacco rispetto alla gestione ordinaria ottenuta con la confusione. Stime medie e intervalli predittivi al 68% e 95%.



L'impiego delle applicazioni insetticide nella gestione per confusione, anche se dovuto a motivi precauzionali, ha impedito un accertamento più netto dell'efficacia del diffusore Isonet T, quale si sarebbe potuto avere usando il metodo della confusione da solo. La riduzione della densità di applicazione del diffusore, da 1.000 a 600 per ettaro, non ha comportato alcuna perdita di efficacia nelle condizioni saggiate, ma non è possibile dire se ciò potrebbe valere anche per una gestione della difesa basata solo sulla confusione sessuale, modalità che vale la pena di saggiare ai fini di un maggior contenimento dei residui di antiparassitari nel prodotto.

CONCLUSIONI

In tre stagioni colturali differenti, centrate a inizio, mezza e fine estate, con differenti livelli di presenza della *T. absoluta*, il metodo della confusione sessuale con il diffusore Isonet T a 600 e 1.000 unità per ettaro e quattro-cinque applicazioni insetticide ha mostrato un ottimo contenimento della tignola sul pomodoro in saggi aziendali in tunnel-serre protetti con reti anti-insetto, nettamente superiore a quello ottenuto nelle stesse condizioni con il metodo di difesa aziendale. L'efficacia del metodo si accompagna a possibili risparmi della spesa per insetticidi e loro applicazione e minori livelli di residui nel prodotto, che potrebbero essere ancora più favorevoli provando a ridurre le applicazioni insetticide o utilizzando una difesa basata essenzialmente sulla confusione sessuale.

LAVORI CITATI

- Arnó J., Mussoll A., Gabarra R., Sorribas R., Prat M., Garreta A., Gómez A., Matas M., Pozo C., Rodríguez D., 2009. *Tuta absoluta* una nueva plaga en los cultivos de tomate. Estrategias de manejo. *Phytoma España*, 211, 16-22
- Cocco A., Deliperi S., Delrio G., 2013. Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. *Journal of Applied Entomology*, 137 (1-2), 16-28
- Martí Martí S., Muñoz Celdrán, Casagrande E., 2010. El uso de feromonas para el control de *Tuta absoluta*: primeras experiencias en campo. *Phytoma España*, 217, 35-40
- Michereff Filho M., Vileva E. F., Jham G. N., Attygalle A., Svatos A., Meinwald J., 2000. Initial studies of mating disruption of the moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 11, 621-628
- Navarro Llopis V., Alfaro C., Vacas S., Primo J., 2010. Aplicación de la confusión sexual al control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera Gelechiidae). *Phytoma España*, 217, 32-34
- Núñez P., Zignago A., Paullier J., Núñez S., 2009. Feromonas sexuales para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Agrociencia* 13, 27-35
- Plummer M., 2003. JAGS: A Program for Analysis of Bayesian Graphical Models Using Gibbs Sampling, *Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003)*, March 20–22, Vienna, Austria. ISSN 1609-395X
- Rapisarda C., Siscaro G., Tropea Garzia G., Zappalà L., 2013. Origine, diffusione e valenza fitosanitaria della tignola del pomodoro, *Tuta absoluta* (Meyrick). *Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, Anno LX, 2012, 61-65
- R Core Team, 2013. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0
- Reyes M., Rocha K., Alarcón L., Siegwart M., Sauphanor B., 2011. Metabolic mechanism involved in the resistance of field populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:

- Gelechiidae) to spinosad. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 102, 45-50
- Sannino L., Espinosa B. (eds.), 2010. *Tuta absoluta*. Guida alla conoscenza e recenti acquisizioni per una corretta difesa. *L'Informatore Agrario*, 46/2010, Suppl. 1, 113 pp
- Sannino L., Piro F., Espinosa B., Pentalgelo A., Pesapane G., Griffo R., Tropiano F.G., Caponero A., 2013. Stagionalità dei voli della tignola del pomodoro nella piana del Sele e confronto di dispositivi di cattura. *L'Informatore Agrario*, in corso di stampa
- Sannino L., Piro F., Proto S., Savino F., Campo G., 2012. Mating disruption of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse cultivation by Isonet T. IOBC-WPRS Bulletin, vol. 80, 2012, 327-331
- Savino F, Iodice A., Veronelli V., Mochizuki F., 2011. IsoLure and IsoTrap a step ahead in the monitoring of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Abstracts book of the EPPO/IOBC/FAO/NEPPPO Joint International Symposium on management of Tuta absoluta (tomato borer)*, Agadir, Morocco, November 16-18, 2011, pag. 83
- Siqueira H. A., Guedes R. N., Picanço M. C., 2000. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2, 147-153
- Thomson, D.R.; Gut, L.J. and Jenkins, W.J., 1999. Pheromones for Insect Control. In F.R. Hall and J.J. Menn (Eds): *Methods in Biotechnology*, vol 5: Biopesticides Use and Delivery. Humana Press Inc., Totowa, 385-411
- Vacas S., Alfaro C., Primo J., Navarro-Llopis V., 2011. Studies on the development of a mating disruption system to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae). *Pest Management Science*, 67 (11), 1473-1480
- Wickham H., 2009. ggplot2: elegant graphics for data analysis. Springer, New York.
- Yu-Sung S., Masanao Y., 2012. R2jags: A Package for Running jags from R. R package version 0.03-08. <http://CRAN.R-project.org/package=R2jags>