

## Confusione sessuale delle tortrici del castagno mediante puffer: una storia di successi e sconfitte

Federico Pedrazzoli<sup>1\*</sup>, Giuseppino Sabbatini Peverieri<sup>2</sup>, Chiara Ferracini<sup>3</sup>, Giovanna Montepaone<sup>4</sup>, Giacinto Salvatore Germinara<sup>5</sup>, Gessica Tolotti<sup>1</sup>, Fabrizio Pennacchio<sup>2</sup>, Stefano Caruso<sup>4</sup>, Emanuel Endrizzi<sup>1</sup>, Massimo Bariselli<sup>6</sup>, Cristina Salvadori<sup>1</sup>, Pio Federico Roversi<sup>2</sup>, Alberto Alma<sup>3</sup>, Gino Angeli<sup>1</sup>, Antonio De Cristofaro<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Innovazione nelle Produzioni Vegetali, Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige

<sup>2</sup>CREA, Centro di Ricerca Difesa e Certificazione, Firenze

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università degli Studi di Torino

<sup>4</sup>Consorzio Fitosanitario di Modena, Modena

<sup>5</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, Università degli Studi di Foggia

<sup>6</sup>Servizio Fitosanitario Bologna – Regione Emilia-Romagna, Bologna

<sup>7</sup>Dipartimento Agricoltura, ambiente e alimenti, Università degli Studi del Molise, Campobasso

### Introduzione

*Castanea sativa* Miller rappresenta da sempre un'importante risorsa ambientale, alimentare ed economica per le popolazioni di molte zone di montagna sia in Italia, sia in tutto il bacino del Mediterraneo (Castellini e Palmieri, 2005). Purtroppo, negli anni numerose avversità hanno compromesso la produzione castanicola italiana. Tra queste, oltre all'introduzione dell'imenottero *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (EPPO, 2005), va considerata la costante presenza dei tre lepidotteri tortricidi *Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* (Zeller) e *C. splendana* (Hübner). Le larve, sviluppandosi a carico dei frutti in maturazione, scavano gallerie di alimentazione nutrendosi di endocarpo e pericarpo e causando perdite che vanno dal 20 al 70% della produzione (De Cristofaro e Rotundo, 1993; Frérot *et al.*, 1995; Rotundo *et al.*, 1991). Le osservazioni presenti in letteratura indicano che gli adulti di *P. fasciana* sono presenti tra metà giugno e metà luglio e quindi il danno delle sue larve è assimilabile a una cascola precoce dei frutticini all'inizio del loro sviluppo (Martini *et al.*, 1998). Più pericolose per il prodotto finale sono invece le altre due specie, caratterizzate da un volo più tardivo, corrispondente al periodo in cui la matu-

razione dei frutti è più avanzata. Gli adulti di *C. fagiglandana* sono presenti da fine luglio a inizio settembre; quelli di *C. splendana* tra fine agosto e metà settembre (Martini *et al.*, 1998).

Per non vanificare gli sforzi effettuati per rilanciare la castanicoltura da frutto in Italia (Mariotti *et al.*, 2009), risulta necessario anche attuare delle strategie innovative per il contenimento dei carpofagi. Tuttavia, la particolare struttura dei castagneti, caratterizzati da piante di età e dimensioni spesso ragguardevoli e terreni molto irregolari e scoscesi, non consente l'uso di macchinari. Inoltre, l'etologia degli stadi larvali delle cidie non rende possibile l'utilizzo di prodotti chimici, che peraltro sono assolutamente da evitare anche per salvaguardare la naturalità degli ecosistemi e la qualità del prodotto finale. Per questo le ricerche negli ultimi anni si sono concentrate sullo sviluppo di strategie di lotta biotecnologica. Grazie all'isolamento di (*E,E*)-8,10-dodecadien-1-il acetato (*E8E10-12:Ac*) e (*E,E*)-8,10-dodecadien-1-olo (*E8E10-12:OH*), le principali componenti dei feromoni sessuali femminili rispettivamente di *C. fagiglandana* e *C. splendana* (Frérot *et al.*, 1995) e allo studio in laboratorio delle risposte elettrofisiologiche e comportamentali delle due cidie (Den Otter *et al.*, 1996), è stato possibile mettere a punto trappole innescate con attrattivi di sintesi al fine studiare le dinamiche di popolazione delle due specie (Angeli *et al.*, 1998). La più interessante applicazione pratica dell'uso dei fero-

\* federico.pedrazzoli@fmach.it

moni sessuali è tuttavia rappresentata dalla confusione sessuale, che consiste nel saturare l'ambiente con i feromoni delle due cidie, impedendo così ai maschi di individuare le femmine e di conseguenza di accoppiarsi (Angeli *et al.*, 1997). Per questo scopo la ditta Sutterra® ha voluto sperimentare l'uso dei puffer, un innovativo sistema di rilascio temporizzato dei feromoni già in uso in alcuni sistemi colturali frutticoli, anche nel contesto della castanicoltura. I puffer sono particolarmente indicati anche nel caso di piante di grandi dimensioni e di colture caratterizzate da una morfologia del suolo irregolare (Casado *et al.*, 2014; Welter *et al.*, 2005). Questi dispositivi, al cui interno sono alloggiati bombole spray contenenti i feromoni, vengono appesi ai rami degli alberi prima dell'inizio del volo delle cidie, garantendo un rilascio regolare nel tempo. I vantaggi di questa tecnologia vanno dalla semplicità di applicazione anche nel caso di grandi alberi, all'elevata copertura che, una volta che il sistema è ottimizzato, si traduce anche in una buona sostenibilità economica.

Per valutare l'efficacia dei puffer in ambito castanicolo, nel 2009 è stata avviata una sperimentazione che ha coinvolto diverse realtà castanicole italiane, caratterizzate da condizioni stagionali e colturali anche molto diverse tra loro (Pedrazzoli *et al.*, 2012; Sabbatini Peverieri *et al.*, 2011). Questo contributo sintetizza i risultati ottenuti nelle diverse aree in più anni di prove in campo, mettendo in luce sia i vantaggi che i punti deboli di questo innovativo approccio biotecnologico alla difesa del castagno.

## Materiali e metodi

### *Aree sperimentali*

Le prove sperimentali hanno avuto inizio nel 2009 e, nel corso degli anni, hanno coinvolto cinque diverse regioni italiane: Campania, Emilia-Romagna, Piemonte, Toscana e Trentino. Per ogni regione, sono stati individuati castagneti di circa 8 ha in cui applicare la confusione sessuale mediante i puffer e castagneti testimone non trattati e di almeno 1 ha di superficie con una distanza di almeno 300 m dalle parcelle trattate. In ogni area, i castagneti erano circondati da bosco misto di latifoglie, con una vegetazione predominante di querce e faggi, vigneti e frutteti.

### *Puffer*

I puffer sono stati installati in ogni castagneto a fine giugno (prima dell'inizio del volo delle due cidie) e mantenuti attivi fino a ottobre (termine della raccolta dei frutti). Diciannove dispositivi, in numero di circa 2,5 puffer/ha, sono stati applicati in ogni campo

sperimentale appendendoli ad un ramo ad un'altezza di circa 8 m tramite una carrucola. La frequenza di rilascio del prodotto era di una erogazione (corrispondente a 35,5 µl di prodotto CheckMate® Puffer CB, contenente una miscela dei feromoni (E,E)-8,10-Dodecadienil acetato e (E,E)-8,10-Dodecadien-1-olo, ogni 30 minuti nell'arco delle 24 ore. Per verificare la regolarità di rilascio del prodotto, in Trentino si è proceduto al controllo e alla pesatura mediante bilancia elettronica delle bombole ogni tre/quattro settimane. Nelle altre aree sperimentali, il peso delle bombole è stato effettuato all'inizio e alla fine degli esperimenti.

### *Monitoraggio del volo degli adulti*

L'andamento del volo di *C. fagiglandana* e *C. splendana* è stato seguito grazie all'applicazione di trappole di monitoraggio (Traptest, Isagro, Italia), innescate con i feromoni sessuali specifici per le due cidie. Le trappole, applicate a inizio luglio per *C. fagiglandana* e a inizio agosto per *C. splendana* e rimosse a inizio ottobre, sono state appese a rami di castagno all'altezza di 2-4 m sia nell'area trattata sia nel testimone. I controlli delle trappole avvenivano a cadenza settimanale, rimuovendo e contando le cidie catturate. Gli erogatori venivano sostituiti ogni cinque settimane e i fondi adesivi quando necessario.

### *Valutazione del danno*

Alla raccolta, intorno a metà ottobre, si è proceduto alla valutazione del danno sui frutti. Tre grossi castagni sono stati scelti nella parte centrale dell'area trattata e del testimone e tutti i frutti caduti naturalmente o dopo battitura, a seconda della conduzione dei diversi castagneti, sono stati raccolti e controllati singolarmente. Le castagne sono state separate in sane e danneggiate. Accanto al danno reale, consistente nelle tipiche gallerie provocate dalle larve, sono stati valutati anche i danni estetici, rappresentati da rosure superficiali indicative della presenza delle larve di cidia.

Il test del chi-quadro è stato utilizzato per comparare i livelli di danno riscontrati nelle aree trattate con la confusione sessuale e nei testimoni.

## Risultati

### *Andamento del volo*

Le dinamiche di volo delle due cidie sono state valutate attraverso il controllo settimanale delle trappole adesive innescate con i feromoni specifici. In tabella 1 sono elencate, per ogni area sperimentale, le catture stagionali totali delle due cidie nell'area tratta-

Tab. 1 - Numeri totali di esemplari di *Cydia fagiglandana* e *Cydia splendana* catturati nelle trappole adesive innescate con i feromoni nelle varie regioni e nei differenti anni.

Anno	Regione		<i>C. fagiglandana</i>						<i>C. splendana</i>					
			Trattato			Testimone			Trattato			Testimone		
			n° cidie	n° trappole	cidie/trappola	n° cidie	n° trappole	cidie/trapp.	n° cidie	n° trappole	cidie/trappola	n° cidie	n° trappole	cidie/trappola
2009	Campania	1 località	54	10	5.4	51	3	17	6	10	0.6	4	3	1.3
	Toscana	1 località	0	10	0	0	3	0	0	10	0	0	3	0
	Trentino	1 località	89	10	8.9	95	5	19	5	10	0.5	1	5	0.2
2010	Campania	1 località	2	10	0.2	19	6	3.2	3	10	0.3	8	6	1.3
	Piemonte	1 località	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0
	Toscana	1 località	10	10	1	3	3	1	2	10	0.2	1	3	0.3
	Trentino	1 località	3	10	0.3	9	6	1.5	0	10	0	4	6	0.7
2011	Campania	1 località	8	6	1.3	79	6	13.2	4	6	0.7	29	6	4.8
	Piemonte	1 località	0	13	0	4	13	0.3	0	13	0	57	13	4.4
	Toscana	1 località	3	10	0.3	118	3	39.3	1	10	0.1	49	3	16.3
	Trentino	1 località	6	6	1	17	3	5.7	6	6	1	42	3	14
2012	Em.-Rom.	1 località	1	6	0.2	46	3	15.3	1	6	0.2	2	3	0.7
	Piemonte	1 località	36	7	5.1	93	7	13.3	6	7	0.9	6	7	0.9
	Trentino	1 località	10	6	1.7	3	3	1	2	6	0.3	20	3	6.7
2013	Em.-Rom.	3 località	0	9	0	26	6	4.3	6	9	0.7	22	6	3.7
	Trentino	2 località	7	12	0.6	32	6	5.3	1	12	0.1	5	6	0.8
2014	Em.-Rom.	2 località	4	18	0.2	71	8	8.9	6	18	0.3	45	8	5.6

ta e nel testimone. La specie maggiormente presente negli anni è *C. fagiglandana*, anche se i numeri degli individui catturati non indicano la presenza di popolazioni elevate. Le catture più elevate sono state riscontrate nei testimoni in Toscana nel 2011 (39,3 ind./trappola), in Trentino nel 2009 (19 ind./trappola), in Campania nel 2009 (17 ind./trappola), in Emilia Romagna nel 2012 (15,3 ind./trappola) e in Piemonte nel 2012 (13,3 ind./trappola). Le catture di *C. splendana* sono risultate, in confronto, molto scarse in tutte le regioni dove si è svolta la sperimentazione, con l'eccezione di Toscana nel 2011 (16,3 ind./trappola) e Trentino nel 2011 (14 ind./trappola). In tutti questi casi, le catture nell'area trattata sono state molto più basse (rispettivamente 0,3, 8,9, 5,4, 0,2 e 5,1 ind./trappola per *C. fagiglandana* e 0,1 e 1 ind./trappola per *C. splendana*).

#### Erogazione del feromone mediante i puffers

La misurazione del peso delle bombolette ad intervalli regolari ha permesso di verificare che il rilascio di feromoni da parte dei puffer avviene in maniera costante durante la stagione. I dati raccolti in Trentino indicano un'emissione di prodotto quantificabile in 1,79 g al giorno (fig. 1).

#### Valutazione del danno sui frutti

L'efficacia della confusione sessuale è stata valutata alla raccolta, confrontando le percentuali di castagne colpite dalle cidie nell'area trattata, con quella riscontrata nel testimone. L'entità del danno osservato nelle diverse regioni si è rivelata molto variabile, con percentuali di frutti danneggiati nei testimoni comprese tra il 14,7% (Toscana 2009) e il 59,4% (Trentino 2013). L'andamento del danno nelle aree trattate ha seguito i trend annuali riscontrati nei testimoni, mantenendosi però su livelli significativamente inferiori, come confermato anche dai test del chi quadro (tab. 2). Fanno eccezione i casi di Trentino nel 2010, Piemonte nel 2011, Trentino e Piemonte nel 2012, dove le percentuali di bacato nel testimone erano addirittura inferiori a quelle delle zone trattate. In ogni caso, soprattutto nel caso di annate caratterizzate da una forte pressione da parte dei carposfagi, l'azione dei puffer non risulta essere di soddisfacente efficacia nel contenere i livelli di danno. Inoltre, non risulta sempre chiara la corrispondenza tra le catture da parte delle trappole a feromoni e l'entità del danno riscontrato alla raccolta, né nelle aree trattate né nei testimoni.

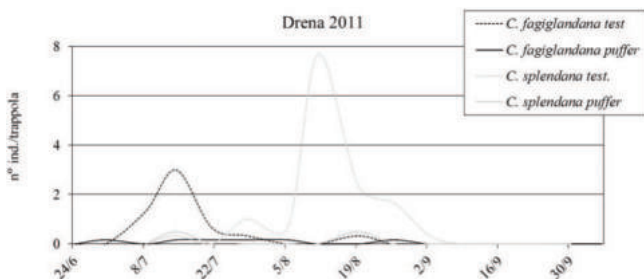


Fig. 1 - Curve di volo esemplificative di *Cydia fagiglandana* e *Cydia splendana* costruite sulla base delle catture con trappole adesive innescate da feromoni specifici.

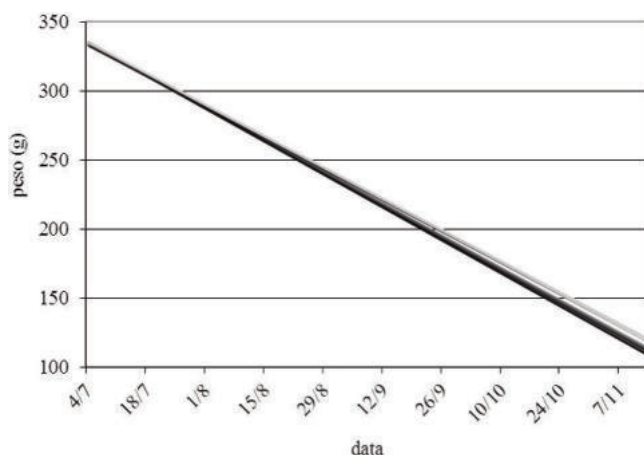


Fig. 2 - Variazione del peso dei puffers utilizzati per la sperimentazione in Trentino nel corso della stagione 2009.

## Conclusioni

I risultati ottenuti durante gli anni di sperimentazione sono da una parte incoraggianti, poiché confermano che nel caso del controllo delle cidie l'approccio della confusione sessuale può avere prospettive di rilevante interesse. Tuttavia, l'efficacia dei puffers non si è sempre dimostrata a livelli soddisfacenti e quindi sarebbero necessari ulteriori studi per ottimizzare i dosaggi del feromone emesso, per valutare il più corretto posizionamento dei dispositivi in campo, per valutare la modalità di dispersione dei feromoni nell'ambiente castanicolo e, soprattutto, per migliorare le modalità di monitoraggio delle popolazioni di cidie nelle diverse condizioni microclimatiche.

## Ringraziamenti

Si ringrazia la ditta Suterra® per aver messo a disposizione i puffer e le bombolette contenenti i feromoni.

## Bibliografia

ANGELI G., ANTONAROLI N., NANNI C., RAMA F., 1997. *Prime esperienze di contenimento delle due tortrici del castagno*

Tab. 2 - Valutazione del danno alla raccolta dei frutti. Per ogni regione, sono indicate le quantità di castagne sane e bacate nell'area trattata e nel testimone e, nei casi dove il danno riscontrato nell'area trattata era minore di quello del testimone, i valori del test del chi quadro e di p corrispondenti.

Anno	Regione		Trattato				Testimone				$\chi^2_{(1)}$	p
			n° bacati	n° sani	tot.	% danno	n° bacati	n° sani	tot.	% danno		
2009	Campania	1 località	919	3909	4828	19	1635	3477	5112	32	218.06	<0,001
	Toscana	1 località	650	7875	8525	7.6	1401	8144	9545	14.7	222.64	<0,001
	Trentino	1 località	337	3911	4248	7.9	428	1534	1962	21.8	239.43	<0,001
2010	Campania	1 località	861	4422	5283	16.3	1398	3558	4956	28.2	210.97	<0,001
	Piemonte	1 località	667	658	1325	50.3	783	595	1378	56.8	11.41	<0,001
	Toscana	1 località	166	1134	1300	12.8	135	465	600	22.5	29.16	<0,001
2011	Trentino	1 località	479	1573	2052	23.3	1192	4021	5213	22.9		
	Campania	1 località	311	1907	2218	14	772	1355	2127	36.3	287.86	<0,001
	Piemonte	1 località	376	1137	1513	24.9	395	1422	1817	21.7		
	Toscana	1 località	395	1166	1561	25.3	116	240	356	32.6	7.86	<0,01
2012	Trentino	1 località	623	4754	5377	11.6	1553	4581	6134	25.3	352.42	<0,001
	Emilia-	1 località	868	1456	2324	37.3	405	303	708	57.2	87.82	<0,001
	Piemonte	1 località	145	344	489	29.7	269	1338	1607	16.7		
2013	Trentino	1 località	1712	4860	6572	26	1169	3961	5130	22.8		
	Emilia-	3 località	1453	4271	5724	25.4	715	1404	2119	33.7	54.01	<0,001
2014	Trentino	2 località	5110	5878	10988	46.5	2531	1733	4264	59.4	202.96	<0,001
	Emilia-	2 località	399	4181	4580	8.7	443	448	891	49.7	963.25	<0,001

- Cydia fagiglandana* Zel. e *Cydia splendana* Hb. con la tecnica della confusione sessuale. Inf. Fitopatol., 1: 65–70.
- ANGELI G., RAMA F., IORIATTI C., 1998. Valutazione di trappole e feromoni sessuali per il monitoraggio delle tre cidie del castagno *Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zel., e *Cydia splendana* Hb., in: Atti Giornate Fitopatologiche Italiane. pp. 287–292.
- CASADO D., CAVE F., WELTER S., 2014. Puffer®-CM Dispensers for mating disruption of codling moth: area of influence and impacts on trap finding success by males. IOBC/wprs Bull., 99: 25–31.
- CASTELLINI A., PALMIERI A., 2005. La castanicoltura quale elemento per lo sviluppo del territorio, in: Atti “IV Convegno Nazionale Castagno 2005.” F. & F. Parretti Grafiche, Firenze, pp. 124–130.
- DE CRISTOFARO A., ROTUNDO G., 1993. Chestnut fruit insect pests in the Campania region (Southern Italy): biology and damages, in: Proceedings First International Congress on Chestnut, Spoleto (PG), Italy, October 20–23. pp. 625–630.
- DEN OTTER C.J., DE CRISTOFARO A., VOSKAMP K.E., ROTUNDO G., 1996. Electrophysiological and behavioural responses of chestnut moths, *Cydia fagiglandana* and *C. splendana* (Lep., Tortricidae), to sex attractants and odours of host plants. J. Appl. Entomol., 120: 413–421. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1996.tb01629.x>
- EPPO, 2005. *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO Bull., 35: 422–424. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2005.00842.x>
- FRÉROT B., MARRO J.P., MALOSSE C., 1995. In vitro incubation of sex pheromone gland and identification of pheromone components in *Cydia splendana* (Hb). Life Sci., 318: 447–451.
- MARIOTTI B., MALTONI A., MARESI G., 2009. Tradizione, innovazione e sostenibilità: una selvicoltura per il castagno da frutto. <https://doi.org/10.4129/CNS2008.113>
- MARTINI A., BARONIO P., BALDASSARI N., ROCCHETTA G., 1998. I lepidotteri tortricidi del castagno (*Pammene fasciana* (L.), *Cydia fagiglandana* (Zel.) e *Cydia splendana* (Hb.)) valutati come un'unica entità di danno. Bollettino dell'Istituto di Entomologia “G. Grandi” Università di Bologna, 52: 105–114.
- PEDRAZZOLI F., SALVADORI C., DE CRISTOFARO A., DI SANTO P., ENDRIZZI E., SABBATINI PEVERIERI G., ROVERSI P.F., ZICCARDI A., ANGELI G., 2012. A new strategy of environmentally safe control of chestnut tortricid moths. IOBC/wprs Bull., 74: 117–123.
- ROTUNDO G., GIACOMETTI R., DE CRISTOFARO A., 1991. Sulla dannosità dei principali fitofagi del frutto del castagno in alcune aree dell'Italia meridionale, in: Atti XVI Congresso Nazionale Italiano Di Entomologia, Bari-Martina Franca (TA), 23–28 Settembre. pp. 771–779.
- SABBATINI PEVERIERI G., ROVERSI P.F., DE CRISTOFARO A., DI SANTO P., ZICCARDI A., PEDRAZZOLI F., SALVADORI C., ENDRIZZI E., ANGELI G., 2011. Nuove prospettive per il controllo biotecnologico delle cidie del castagno (Lepidoptera, Tortricidae). Presented at the XXIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, p. 140.
- WELTER S., PICKEL C., MILLAR J., CAVE F., VAN STEENWYK R., DUNLEY J., 2005. Pheromone mating disruption offers selective management options for key pests. Calif. Agric., 59: 16–22.