

NADIA BALDASSARI(\*), GABRIELLA ROCCHETTA(\*\*), PIERO BARONIO(\*\*\*)<sup>(1)</sup>

(\* Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università degli Studi di Bologna, Bologna

(\*\*) Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università degli Studi di Bologna, Bologna

(\*\*\*) Dipartimento di Protezione delle Piante, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Sviluppo di una popolazione isolata di *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera Thaumetopoeidae) sottoposta a confusione sessuale. (\*)

(Lavoro eseguito con il contributo CNR n° 9302329CT06)

INTRODUZIONE

La vita e la crescita di una pineta, specialmente se costituita fuori areale per la specie utilizzata, è contrastata da un Lepidottero defogliatore *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera Thaumetopoeidae). Un fitofago primario capace di condurre a morte le piante giovani e di indebolire quelle più o meno attempate, tanto da favorire il proliferare di insetti secondari che le uccidono (Anonimo, 1972; Longo *et al.*, 1989; Devkota e Schmidt, 1990). Fatti che rendono necessaria l'attuazione di operazioni che limitino l'entità della gradazione o che sopprimano completamente la popolazione della Processionaria del Pino quando si tratta di parchi pubblici e privati. Quest'ultimo procedimento è da adottare perché i peli urticanti che la larva differenzia dalla terza età in poi e che può liberare negli ambienti da essa frequentati, direttamente o con le esuvie, li rende ospitali alle persone e agli animali per le conseguenze dovute al prodotto che emettono, la thaumetopoeina; una proteina che causa dermatiti e alterazioni a livello delle congiuntive e delle mucose, con conseguenze seriamente negative all'apparato respiratorio (Ducombs *et al.*, 1981; Lamy, 1990).

Le tecniche per raggiungere una salubrità della pineta sin qui sperimentate e messe in atto sono di tipo meccanico, chimico e biologico. Di queste si è già discusso quando è stata prospettata, dopo un quadriennio di applicazione, la possibilità di utilizzare il metodo della cattura in massa – senza intervenire con la distruzione dei nidi invernali (Nicolini, 1987) – per contenere le popolazioni del fitofago a livelli sopportabili per le pinete (Baronio *et al.*, 1992a). Il risultato ottenuto con quest'ultimo metodo di lotta biotecnologica ha sottolineato una sufficiente capacità competitiva dell'attrattivo sessuale sintetico, lo (Z)-13-esadecen-11-

<sup>(1)</sup> Gli autori hanno partecipato in parti eguali all'impostazione, ai rilievi e alla stesura del lavoro.

(\*) Lavoro accettato il 22 febbraio 1994.

inil-acetato, rispetto a quello naturale, emesso dalla femmina, nell'attrarre i maschi prima dell'accoppiamento; fenomeno che era già stato evidenziato a carico di *Thaumetopoea wilkinsoni* (Tams.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) (Halperin, 1986). Tanto è vero che la popolazione della Processionaria del Pino non è progredita non a causa della riduzione del substrato alimentare conseguente a competizione intraspecifica, come nel testimone, ma in seguito alla diminuzione del numero potenziale di femmine prolificanti e che non venendo fecondate non ovideponevano. Questo risultato si ha infatti in allevamenti verginali di femmine condotti in laboratorio. Il fenomeno del resto è stato sottolineato anche in *T. wilkinsoni* da Halperin (1985); forma che oggi è considerata, tenuto conto della composizione del feromone, l'ecotipo medio-orientale di una specie di cui *T. pityocampa* è l'ecotipo dell'occidente freddo (Frerot e Demolin, 1993). Questa assimilazione delle due specie rende, oggi, più plausibile quanto si era supposto succedesse nella riduzione della popolazione di *T. pityocampa* adottando la tecnica della confusione sessuale riferendosi ai risultati positivi raggiunti da Halperin (1985; 1986) a carico di *T. wilkinsoni*, per la quale era stato utilizzato l'attrattivo sessuale sintetizzato per *T. pityocampa* (Guerrero *et al.*, 1981; Cuevas *et al.*, 1983).

La sperimentazione messa in atto per dimostrare ciò è stata impostata seguendo la raccomandazione generale per la verifica della validità di tale metodo biotecnico di contenimento di popolazioni di insetti dannosi. Questa impone quando si opera su piccole superfici un isolamento di queste ultime per evitare l'immigrazione di femmine fertili (Butt, 1989; Cardé, 1990). Norma di cui si è voluto tener conto, anche se lo spostamento in volo di forme gravide di *T. pityocampa* sembra essere un fatto non ben evidente e ancora dibattuto da coloro che si occupano del comportamento degli adulti di tale specie (Demolin, 1969; Schmidt *et al.*, 1990; Schmidt, 1990; Devkota *et al.*, 1992).

#### MATERIALE E METODI

Il bosco utilizzato per la sperimentazione è una pineta mista, rada, con ampie chiarie al suo interno dell'età di 25-30 anni. La struttura al momento dell'impianto era costituita per la metà da Pino nero e Pino silvestre e la restante da Cipresso, per il 30%, e latifoglie (Frassino, Acero montano, Olmo, Ontano napoletano e Roverella). La distribuzione delle piante comprende ampi blocchi a Pino con le specie restanti mantenute assieme in una distribuzione a fila singola o doppia lungo i margini dell'impianto e lungo i viottoli che lo percorrono. Al momento dell'indagine i rapporti tra le specie sono mutati per il mancato risarcimento di piante morte, come dimostrano le zone più o meno ampie ritornate a prato. In ogni modo rimane evidente il carattere pinetato dell'area alberata. Quest'ultima ha una superficie di 4,58 ha e si trova a 455 m slm su di un pianoro di terreno profondo e argilloso leggermente inclinato che dà alla piantata un'esposizione Sud-Est. La pineta così identificata si trova sull'altopiano del Monte Farneto, una località del Comune di Sogliano al Rubicone, in Provincia di Forlì e Cesena, in cui è praticata l'agricoltura, tanto che le zone a Pino più vicine distano in linea d'aria all'incirca tre chilometri.

Il diffusore Isagro, utilizzato, è una piastrina rettangolare di 40×25×3 mm di

cartoncino filtrante Carlson W con, verso l'estremità di un lato minore, un foro entro cui è inserita, con possibilità di movimento reciproco, una placchetta in materiale plastico che differenzia una sorta di spirale elastica per permettere la fissazione dell'erogatore, in modo alquanto stabile, a rami o altri supporti.

L'attrattivo sessuale, sintetizzato dall'Isagro e utilizzato per imbibire i diffusori, era costituito da una miscela di *Z* ed *E*-13 esadecen-11-inil acetato; due isomeri di cui solo lo *Z* è attivo nel richiamare i maschi di *Processionaria del Pino*, mentre l'altro del tutto inefficace, nel senso anzidetto, può essere parzialmente trasformato nell'isomero *Z* dai raggi solari (Cuevas *et al.*, 1983). Ognuno degli erogatori è stato imbibito con 50 mg di miscela attrattiva, a cui sono stati aggiunti 50 mg di un antiossidante, Irganox, e 25 mg di una sostanza assorbente i raggi ultravioletti, UV 531, il tutto disciolto in cloruro di metilene (Isagro, *in litteris*). Nei due anni in cui è stata condotta la sperimentazione il rapporto fra i due isomeri costituenti l'attrattivo è stato diverso, come pure la sua purezza. Così nel 1991 i diffusori sono stati imbevuti con un prodotto costituito dal 64,7% di isomero *Z*, 28,7% di isomero *E* e dal 6,6% di impurezze; mentre nel 1992 le percentuali relative a ciascun componente la miscela attrattiva sono state rispettivamente del 91,1% e del 7,9% per i due isomeri con l'1% di impurità. La quantità di feromone sintetico che giornalmente veniva liberato da ogni diffusore è stata ottenuta in laboratorio analizzando l'ammontare residuo di miscela attrattiva che rimaneva nel dispenser a distanza di 10-20 giorni, per un intervallo complessivo di 125 giorni; per questo sono stati esposti otto diffusori. L'analisi è stata condotta con metodo gascromatografico. I risultati ottenuti hanno indicato che il quantitativo di *Z*-13 esadecen-11-inil acetato disperso giornalmente dipende solo dalla sua concentrazione nella miscela attrattiva. Infatti nei dispenser caricati con una percentuale maggiore il rilascio per ciascuno di essi è stato mediamente di 0,250 mg/giorno, quantità scesa a 0,178 mg/giorno per i diffusori imbevuti con la minore concentrazione dell'isomero anzidetto (Isagro, *in litteris*). Quindi per ogni evaporatore si può calcolare un periodo di attività di almeno 182 giorni. La differente formulazione dell'attrattivo distribuito nei due successivi anni di prove non rispondeva a particolari esigenze sperimentali, ma a una necessità contingente dovuta a quanto ci veniva offerto gratuitamente di un prodotto molto costoso dall'Isagro.

La prova è stata impostata prevedendo quattro ripetizioni, perciò ciascuno dei due blocchi, leggermente sfalsati e separati da un viale carrozzabile, che costituiscono fisicamente la pineta sono stati suddivisi in due parcelle pressochè uguali; da ciò risulta che di queste le due più piccole hanno superficie di 1,01 ha e 1,04 ha, mentre le due rimanenti hanno aree di 1,25 ha e 1,28 ha (figura I). Tali differenze sono state subite in conseguenza delle disformità del bosco che ha impedito di ottenere una divisione in quattro parti eguali.

L'attrattivo sessuale sintetico impiegato è stato di 4,367 g/ha, una quantità superiore di poco meno di 1 g (0,767 g) rispetto a quella utilizzata da Halperin per *T. wilkinsoni* (1985). In complesso sono stati distribuiti 20 g di miscela attrattiva per un totale di 400 erogatori. Questi sono stati suddivisi per parcella, in base alla superficie di ciascuna di esse, e posizionati appendendoli ai rami ad altezza variabile tra 1,5 m e 2 m. La loro disposizione in ogni area sperimentale ha seguito un medesimo criterio: impegnare il perimetro esterno e quello

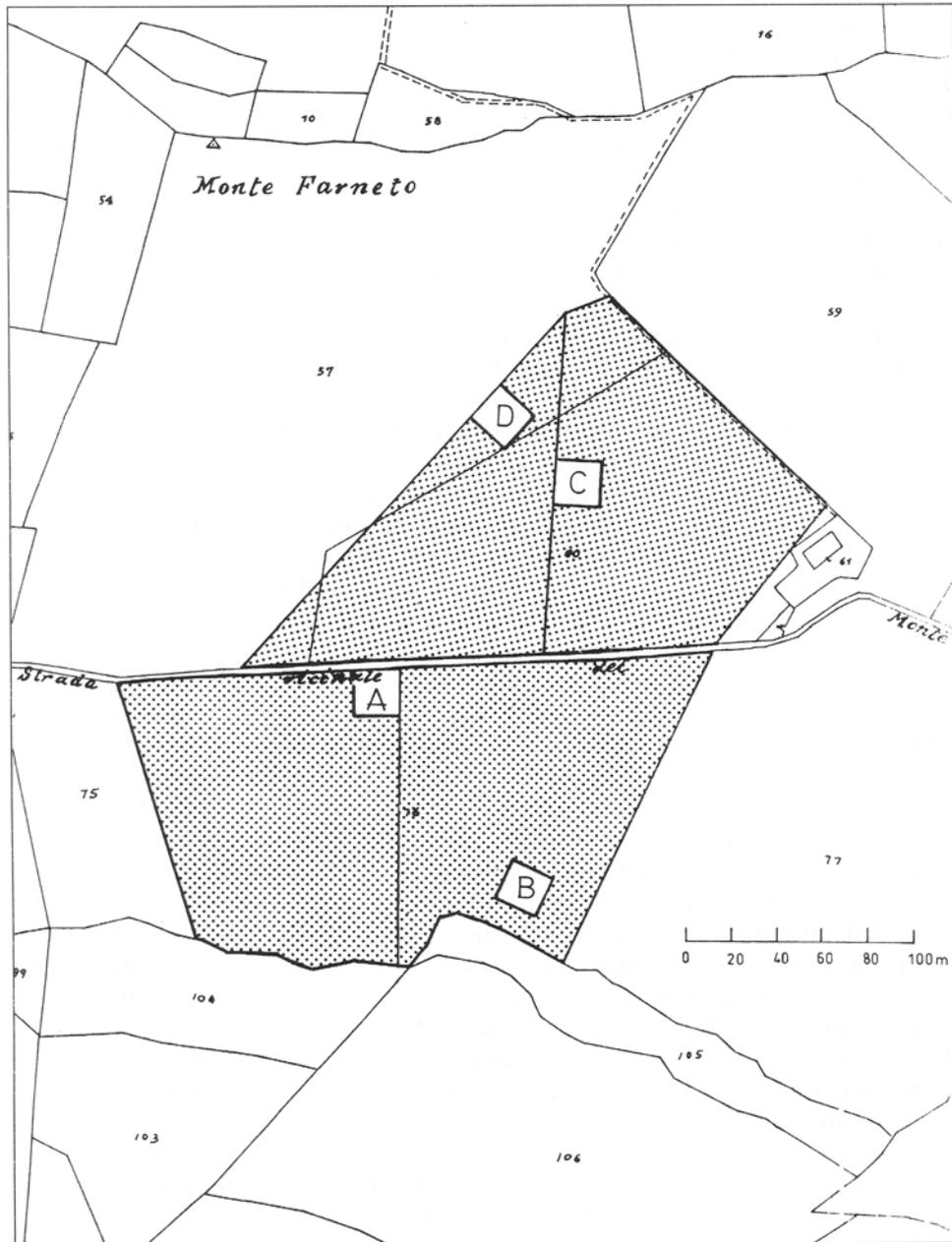


Fig. I - Planimetria della pineta sottoposta a trattamento con il metodo della confusione sessuale, è evidenziata la suddivisione in parcelle e sono identificate le aree campione (A; B; C; D) per il conteggio dei nidi invernali.

immediatamente successivo con gli erogatori distribuiti a 3-4 m di distanza l'uno dall'altro. Dopodichè si è proceduto a una ripartizione casuale dei dispenser nella parte interna della parcella. La sistemazione degli erogatori in campo è stata effettuata in estate e precisamente il 5 luglio 1991 e il 27 giugno 1992, rispettivamente per il primo e il secondo anno di trattamento e sono stati raccolti durante l'inverno.

La valutazione delle conseguenze ottenute con la confusione sessuale sulla densità di popolazione di *T. pityocampa* nella pineta trattata è stata fatta confrontando l'evoluzione numerica dei nidi invernali, a partire dalla situazione antecedente l'inizio dei trattamenti. Per fare questo sono state isolate quattro aree campione di 400 m<sup>2</sup> ciascuna (20x20 m), una per ogni ripetizione. Le parcelle anzidette vennero individuate in modo che ognuna avesse un lato sul margine esterno della superficie sperimentale o di una chiaraia. La loro identificazione e delimitazione, fatta nell'inverno precedente l'inizio della prova, fu condotta evitando che la scelta fosse condizionata dal modo con cui l'infestazione si manifestava nella pineta. Il metodo di rilievo adottato era già servito per conoscere gli effetti della cattura in massa, sempre a carico di *T. pityocampa* (Baronio *et al.*, 1992a) e le dimensioni delle parcelle riprendevano quelle già utilizzate per rilevare l'entità di infestazione in un comprensorio limitato (Geri, 1980; Baronio *et al.*, 1993).

Il confronto fra il numero medio di nidi rilevati prima dell'inizio della sperimentazione e nei due anni successivi l'applicazione del trattamento è stato condotto usando un'analisi di varianza per blocchi randomizzati, dove questi rappresentano le quattro aree campione di 400 m<sup>2</sup>. Essendo i dati rilevati espressi come conteggi che includono il valore zero l'analisi è stata effettuata dopo aver trasformato le quantità originali N in  $\sqrt{N+0,5}$ .

## RISULTATI

Nella tabella 1 sono riportati i conteggi originali del numero di nidi rilevati per le quattro parcelle campione nei tre successivi anni di sperimentazione.

Tab. 1 - Numero di nidi rilevati nelle quattro aree campione e loro valori medi per ciascun anno durante la sperimentazione.

Anno	Trattamento	Nidi invernali per aree campione				Valori medi
		A	B	C	D	
1990	Nessuno	10	10	18	11	12,25
1991	I applicazione	6	25	7	6	11,00
1992	II applicazione	0	4	4	0	2,00

Dall'analisi di varianza riportata nella tabella 2 non risultano differenze significative tra il numero medio di nidi osservati nelle diverse parcelle, mentre è evidente una differenza significativa tra i diversi anni considerati. In particolare il numero medio di nidi è notevolmente più basso nel secondo anno di applicazione del metodo di lotta rispetto all'anno di controllo, cioè quello antecedente l'inizio del trattamento.

Tab. 2 - Analisi di varianza a blocchi randomizzati del numero di nidi conteggiati nelle quattro aree campione prima e dopo ciascun trattamento.

Fonti di variazione	g.l.	Devianza	Varianza	F
Tra parcelle	3	3,6991	1,2331	2,08 n.s.
Tra anni	2	10,5278	5,2639	8,91 p < 0,05
Errore	6	3,5460	0,5910	

## CONCLUSIONI

Le popolazioni di *T. pityocampa* possono essere ridotte a livelli quantitativi più bassi con il metodo biotecnico di lotta basato sulla confusione sessuale.

Ciò è quanto sottolineano i risultati ottenuti con due anni di sperimentazione, seppure con un accidente costituito dai 25 nidi trovati nella parcella B dopo il primo anno di applicazione della tecnica di lotta anzidetta. Il risultato dell'esperienza è tanto più valido se si considera, in primo luogo, che la popolazione di Processionaria nella pineta trattata era in uno stato di progradazione. Infatti i nidi conteggiati in una parcella campione delle medesime dimensioni di quelle isolate per questa sperimentazione erano passati da 0 nel 1988 a 8 nel 1989. Del resto tale andamento era manifesto anche per una popolazione di *T. pityocampa* in una pineta situata sul versante opposto della stessa vallata in località Cà Ciocca (Sogliano al Rubicone) e distante, in linea d'aria, circa 3 km da quella sperimentale. In quest'ultima località, sempre in un'area campione di 400 m<sup>2</sup>, il numero di nidi rilevato è andato continuamente aumentando; infatti è passato da 0 nel 1988, a 2 nel 1989, 6 nel 1990, 14 nel 1991 e 16 nel 1992.

Inoltre la validità della prova è stata garantita dall'attività dei diffusori, calcolata in almeno 182 giorni, durata che copre abbondantemente i 90 giorni circa del periodo di volo degli adulti di Processionaria; un dato, quest'ultimo, rilevato in località Cà Ciocca, in precedenza identificata, mediante trappole ad attrattivo sintetico. In particolare le catture dei maschi sono cominciate nella prima decade di luglio per protrarsi fino alla prima settimana di ottobre con un massimo nell'ultima decade di agosto.

Il minore effetto ottenuto nel primo anno, quando la miscela attrattiva conteneva una più ridotta quantità di isomero Z, ha in qualche modo contribuito al verificarsi dell'abnorme infestazione rilevata nella parcella B. Il fenomeno in discussione, esclusa la possibilità di immigrazione di femmine gravide, potrebbe essere collegabile prima di tutto alla ridotta "copertura" della pineta da parte dell'attrattivo sessuale sintetico e, contemporaneamente, a determinati movimenti d'aria, propri delle aree boscate con differenti quantità e struttura dei Pini (cfr. Baronio *et al.*, 1992b), che possono avere impedito, nella superficie in cui insiste la parcella campione, che si raggiungesse e fosse mantenuta una concentrazione di feromone sintetico sufficiente a creare la mancata risposta dei maschi al richiamo dell'altro sesso. Un comportamento di cui manca una precisa identificazione e perciò non sono chiari i meccanismi coinvolti nella modificazione della normale risposta comportamentale all'attrattivo sessuale da parte di *T. pityocampa*. Di conseguenza non è noto se si verifichi un adattamento

dei recettori sensoriali o un'abitudine del sistema nervoso centrale alla costante presenza di elevate concentrazioni di feromone sintetico oppure una competizione fra questo e quello naturale o invece il suo mascheramento (Cardè, 1990).

Quando si è trattato di scegliere il metodo per rilevare i risultati della confusione sessuale non ci si è avvalsi dell'uso di trappole innescate con attrattivo di sintesi, perchè non si conosceva l'eventuale gradiente di concentrazione creato dall'emissione di quest'ultimo rispetto alla quantità di feromone sintetico che permeava l'ambiente. E quindi non si poteva essere sicuri dell'esistenza di un rapporto tra le quantità di catture di maschi e l'effetto di confusione provocato; considerazione che trova un supporto in quanto è stato sottolineato in termini generali da Rothschild (1981).

Tutto quanto è stato constatato nei termini sperimentali in cui si è operato ha messo in evidenza che, per ottimizzare la "confusione sessuale" per *T. pityocampa*, è necessario innanzitutto conoscere le modalità di condizionamento dei maschi e conseguentemente il sistema per ottenere un'efficace concentrazione del feromone di sintesi nell'ambiente. Quest'ultima non dovrebbe essere, secondo Cardè (1990), riferita a una quantità di prodotto per unità di superficie, ma a una dose-risposta efficace determinata empiricamente per ciascuna specie da combattere.

#### RINGRAZIAMENTI

Gli autori sono grati all'Isagro S.r.l. di Novara e ai suoi ricercatori per avere messo a disposizione i diffusori imbevuti con la miscela attrattiva e stabilito il tempo di rilascio e al Sig. Giovanni Giorgetti per l'aiuto prestato nel rilievo dei dati in bosco.

#### RIASSUNTO

Una popolazione di *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) sottoposta per due anni di seguito alla confusione sessuale ha dimostrato una riduzione significativa del numero di nidi, come è risultato dai campionamenti effettuati annualmente nelle quattro parcelle, di 400 m<sup>2</sup> ciascuna, identificate nelle quattro aree in cui era stata suddivisa la pineta sperimentale. Questa era un bosco sufficientemente distante da altre zone pinetate per cui difficilmente poteva essere soggetto a fenomeni di immigrazione da parte delle femmine del Lepidottero in questione.

La prova è stata condotta nei due anni utilizzando una miscela attrattiva con differenti rapporti fra gli isomeri *Z* ed *E*-13 esadecen-11-inil acetato: questa era costituita nel primo anno dal 64,7% di *Z* e il 28,7% di *E* e nel secondo anno dal 91,1% di *Z* e il 7,9% di *E*. Il valore medio di nidi rilevato nelle unità campione è passato da 12,25 a 11 dopo il primo trattamento e a 2 dopo il secondo.

La quantità di feromone sintetico distribuita per ettaro è stata di 4,367 g mediante la sistemazione di diffusori imbevuti con 50 mg ciascuno di prodotto e con una velocità media di rilascio giornaliero dell'isomero *Z* di 0,250 mg e 0,178 mg in rapporto, rispettivamente, alla maggiore e minore concentrazione, dello stesso, nella miscela attrattiva. Fatto che ha determinato un'attività dell'erogatore per almeno 182 giorni; intervallo più che sufficiente a coprire il periodo di volo degli adulti che nella località interessata dalla prova è stato riscontrato essere di circa 90 giorni.

Effects of Mating Disruption on the Development of an Isolated *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) Population

SUMMARY

A population of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) exposed for two years to mating disruption exhibited a significant decline in nest number as per the yearly samplings taken in the four test plots of 400 m<sup>2</sup> each into which the pine stand had been divided. This stand was far enough away from other pine woods so as practically to rule out any immigration by females of the Lepidoptera studied. The test employed an attractant blend in varying ratios of the isomer *Z* and *E*-13 hexadecen-11-ynyl acetate: its composition in the first year was 64.7% *Z* and 28.7% *E* and in the second 91% *Z* and 7.9% *E*. The average nest number declined from 12.25 to 11 after the first treatment and to 2 after the second. The amount of pheromone employed per hectare was 4.367 g; it was released by dispensers, each soaked with 50 mg product, at an average daily rate for the *Z* isomer of 0.250 and 0.178 mg in relation, respectively, to its greater or lesser concentration in the attractant blend. This meant that the dispenser remained active for 182 days, i.e. a more than sufficient span to cover adult emergence, which proved to about 90 days in the test area.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ANONIMO, 1972. - La chenille processionnaire du pin. - *Bull. vulgarisation forestière*, 4-5: 61-81.
- BARONIO P., BALDASSARI N., SCARAVELLI D., 1992a. - Evoluzione quantitativa di una popolazione di *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera Thaumetopoeidae) trattata con il metodo della cattura in massa. - *Frustula entomol. n.s.*, 15 (28): 1-9.
- BARONIO P., BALDASSARI N., RÖCCHETTA G., SCARAVELLI D., 1992b. - Confronto tra le quantità di maschi di *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera Thaumetopoeidae) catturati da trappole ad attrattivo sessuale sintetico in una pineta mista. - *Frustula entomol. n.s.*, 15 (28): 173-179.
- BUTT B.A., 1990. - Il futuro della difesa delle piante. - In: Deseö K.V. (Ed.). - *Atti del colloquio su "Applicazioni alternative nella difesa delle piante"*, Cesena, 3 giugno 1989, pp. 161-177.
- CARDÉ R.T., 1990. - Principles of mating disruption. - In: Ridgway R.L., Silverstein R.M., Inscoc M.N. (Eds.). - *Behavior-modifying chemicals for insect management. Applications of pheromones and other attractants*. - Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 47-70.
- CUEVAS P., MONTOYA R., BELLES X., CAMPS F., COLL J., GUERRERO A., RIBA M., 1983. - Initial field trials with the synthetic sex pheromone of the processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Denis and Schiff.). - *J. Chem. Ecol.*, 9 (1): 85-93.
- DÉMOLIN G., 1969. - Comportement des adultes de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Dispersion spatiale, importance écologique. - *Ann. Sci. forest.*, 26 (1): 81-102.
- DEVKOTA B., BREUER M., SCHMIDT G.H., 1992. - Observations on the flight activity of the Pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Greece, using synthetic sex-pheromone and light traps (Insecta Lepidoptera Thaumetopoeidae). - *Boll. Zool. agr. Bachic. Ser II*, 24 (2): 147-157.
- DUCOMBS G., LAMY M., MOLLARD S., GUILLARD J.M., MALEVILLE J., 1981. - Contact dermatitis from processionary pine caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff Lepidoptera). - *Contact Dermatitis*, 7 (5): 287-288.
- FREROT B., DEMOLIN G., 1993. - Sex pheromone of the processionary moths and biosystematic considerations within the genus *Thaumetopoea* (Thaumetopoeidae Thaumetopoeinae). - *Boll. Zool. agr. Bachic. Ser II*, 25 (1): 33-40.
- GERI C., 1980. - Application des méthodes d'étude démécologique aux insectes forestiers, cas *Diprion pini* L. (Hymenoptera Diprionidae) et *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera Thaumetopoeidae). Dynamique des populations de la processionnaire du Pin *T. pityocampa* dans l'île de Corse. - *Thèse d'Etat, Univ. Paris-Sud*, 249 pp.
- GUERRERO A., CAMPS F., COLL J., RIBA M., EINHORN J., DESCOINS CH., LALLEMAND J.Y., 1981. - Identification of a potential sex pheromone of the processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Notodontidae). - *Tetrahedron Letters*, 22 (21): 2013-2016.
- HALPERIN J., 1985. - Mating disruption of the pine processionary caterpillar by ptyolure. - *Phytoparasitica*, 13 (3-4): 221-224.

- HALPERIN J., 1986. - Application of ptyolure for detection and control of *Thaumetopoea pityocampa* in Israel. - *Bulletin OEPP/EPP0 Bulletin*, 16: 627-632.
- LAMY M., 1990. - Contact dermatitis (erucism) produced by processionary caterpillars (Genus *Thaumetopoea*). - *J. Appl. Ent.*, 110: 425-437.
- LONGO S., PALMERI V., RAPISARDA C., 1989. - Indagini bio-ecologiche sulla "Processionaria" del pino - *Thaumetopoea pityocampa* - in Sicilia. - *Tecnica agricola*, 41 (3): 3-19.
- NICOLINI G., 1987. - Biologia della Processionaria del pino in Trentino. Lotta tradizionale e con attrattivi sessuali di sintesi. - *Dendronatura*, 8 (1): 8-49.
- ROTHSCHILD G.H.L., 1981. - Mating disruption of Lepidopterous pests: current status and future prospects. - In: Mitchell E.R. (Ed.). - Management of insect pests with semiochemicals. Concepts and practice. - Plenum Press, New York, pp. 207-228.
- SCHMIDT G.H., 1990. - The egg-batch of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae): Structure, hatching of the larvae and parasitism in southern Greece. - *J. Appl. Ent.*, 110: 217-228.
- SCHMIDT G.H., BREUER M., DEVKOTA B., BELLIN S., 1990. - Life cycle and natural enemies of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Greece. - *Proc. Thaumetopoea-Sympos., Neustadt/Rbge. 1989*: 36-40.