

GIULIA GIORDANI  
Istituto di Zooculture dell'Università di Bologna

ANNA GLORIA SABATINI  
Istituto Nazionale di Apicoltura di Bologna

GIORGIO CELLI  
Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna

MARCO NARDI  
Istituto di Zooculture dell'Università di Bologna

## Endosulfan e Api. Ripercussioni dei trattamenti con endosulfan su *Apis mellifera* L. bottinante in campi di medica da seme in fiore. (\*)

### INTRODUZIONE

Il problema della selettività dell'endosulfan nei riguardi di *Apis mellifera* L. è stato oggetto, negli ultimi due decenni, di estese esperienze. Mentre vecchi reperti attribuivano al composto una totale innocuità per l'Ape in pieno campo, ricerche più recenti concordano nell'attribuirgli un'attività nociva, più o meno spinta, e consigliano di classificarlo come un insetticida pericoloso per l'Ape. Nei dati degli Autori emerge una certa disparità di giudizio sull'entità della sua incidenza negativa sul pronubo; sintetizzando, si è passati da valutazioni di piena innocuità (Lavie, 1959; Stute, 1961) o di blanda attività (Alexandresco e Sherban, 1967), ad altre di una certa pericolosità (Beran, 1962; Palmer-Jones e Förster, 1963; Anderson e Atkins, 1968; Celli e Giunchi, 1969; Johansen, 1977), o di spiccata tossicità di laboratorio e di campo (Arzone e Vidano, 1972; 1975). Gli Autori che riconoscono effetti nocivi, anche se di diversa entità, sull'Ape, sono quasi tutti pressoché d'accordo nel rilevare una elevata tossicità in laboratorio, e un'alta pericolosità in campo <sup>(1)</sup>, se le api vengono esposte al contatto diretto, in altre parole se l'intervento è effettuato durante il volo delle bottinatrici, mentre se tra il momento dell'irrorazione e quello dell'inizio del bottinamento intercorre un certo lasso di tempo, per esempio la notte,

---

(\*) Ricerca finanziata dal CNR nell'ambito del Programma finalizzato «Promozione della qualità dell'ambiente». Serie AP/1.

(1) Distinguiamo, con Beran (1958), la *tossicità* di un insetticida per l'Ape come attività in laboratorio, dalla *pericolosità*, come espressione della nocività del principio attivo per il pronubo in pieno campo.

le ripercussioni nocive del trattamento diminuiscono notevolmente. In una recente suddivisione dei principi attivi in categorie progressivamente meno nocive all'ape, Johansen (1977) attribuisce l'endosulfan al gruppo terzo, contraddistinto dalla dizione « pericolo minimo, se sparso su colture in fiore la sera tardi, nella notte o al mattino presto » (2).

Per scendere nei particolari, alcuni Autori (Celli e Giunchi, 1969) sono propensi ad attribuire la maggiore attività dell'endosulfan sull'Ape all'azione « per ingestione », mentre altri (Arzone e Vidano, 1972) valutano di pari o maggiore intensità l'azione per « contatto ».

#### SCOPI DELL'ESPERIENZA

Negli agroecosistemi emiliani, sottoposti da ormai un trentennio a massicci, continuati trattamenti antiparassitari, le costellazioni entomofaunistiche si presentano, ovunque, fortemente semplificate. I pronubi selvatici, che un tempo contribuivano largamente, insieme con l'Ape mellifica, a veicolare, tra diverse varietà, il polline in quelle specie botaniche che richiedono l'impollinazione incrociata, sono, o quasi del tutto scomparsi, o ridotti ad una consistenza numerica infima, di scarsa incidenza agli effetti del mantenimento e dell'incremento della produzione. Oggi, il compito di trasferire il polline da fiore a fiore, è affidato in modo pressoché esclusivo all'Ape, che viene, secondo la pratica della cosiddetta « impollinazione controllata », immessa nelle colture durante la fioritura, affinché espleti la sua funzione di vettore, per essere, poi, trasferita altrove. Per avere un'idea dell'imponenza del fenomeno, si consideri che, nel vignolese, ogni anno, nel corso della fioritura del ciliegio, il movimento degli alveari si aggira sulle diecimila unità. Per tutelare, a un tempo, api ed apicoltori, la regione Emilia-Romagna ha emesso, in data 22/3/1974, un decreto (n. 292) con il quale si vieta ogni trattamento antiparassitario agli alberi da frutto durante la delicata fase fenologica della fioritura. Più tardi, nel 1975, gli apicoltori del bolognese, e del ravennate soprattutto, colpiti nel loro patrimonio apicolo da massicci interventi effettuati su colture di medica da seme in fiore contro infestazioni, spesso solo ipotetiche, di Curculionidi, si rivolsero agli organi competenti regionali affinché il decreto summenzionato venisse esteso, dalle colture fruttifere, a quelle foraggere, orticole e floricole da seme. Sollecitati a prendere in esame, nei suoi diversi

---

(2) Gli altri gruppi sono: primo, sempre pericoloso su colture in fiore (carbaryl, ecc.); secondo, pericolo minimo su colture in fiore se sparso la sera tardi (malathion EC, ecc.); quarto, pericolo minimo su colture in fiore (piretro, ecc.).

aspetti il problema, abbiamo svolto la ricerca che qui riportiamo. Attualmente, anche in forza dei nostri risultati, la regione Emilia-Romagna ha consentito, in data 10/12/1977, all'estensione del divieto (decreto n. 767).

#### PRESUPPOSTI GENERALI PER L'ESPERIENZA

Abbiamo già veduto come la maggioranza degli Autori consideri indispensabile che l'irrorazione di endosulfan venga effettuata in assenza del volo delle bottinatrici, perché al contatto diretto tra la molecola tossica e l'Ape conseguono sempre elevatissime percentuali di mortalità. Le nostre esperienze, quindi, sono partite da questo dato, ormai largamente acquisito, e hanno indagato la ripercussione di un intervento su medica in fiore che venga effettuato dopo la cessazione del bottinamento, e cioè al crepuscolo <sup>(3)</sup>.

L'attività nociva dell'endosulfan irrorato di sera su una coltura in fiore può espletarsi sulle Api in due modi: o attraverso il residuo tossico rimasto sugli organi floreali o sulla pianta in genere, che colpisce il pronubo nel momento in cui si posa, azione per contatto, o attraverso la frazione che ha inquinato il nettare, effetto per ingestione. Rispetto alla prima modalità, l'endosulfan ha mostrato, in alcune esperienze, una rapida diminuzione di efficacia, mentre più preoccupante risulta l'inquinamento delle sorgenti nettariifere e pollinifere.

A questo riguardo già alcuni Autori (Palmer-Jones e altri, 1959; Palmer-Jones, 1959; Palmer-Jones e Förster, 1963) avevano sottolineato l'importanza della morfologia floreale nel permettere un diverso grado di contaminazione del nettare. Lo stesso trattamento, infatti, a seconda che venga effettuato su colture a fiori più « aperti », come le Crucifere, o più « compatti », come le Leguminose, comporterebbe, a seguito del diverso inquinamento dei nettarii, rispettivamente più elevate e più blande mortalità nelle popolazioni bottinanti. Di questa circostanza si è tenuto il dovuto conto nella ricerca, come vedremo più avanti. Inoltre, per esaminare le variazioni di effetto nel tempo dell'endosulfan sull'Ape, ci è sembrato utile prendere in esame non soltanto il composto insetticida, ma i suoi eventuali prodotti di trasformazione. L'endosulfan, come si sa, è un clororganico che contiene zolfo nella molecola; il prodotto tecnico è rappresentato da una miscela di

---

(3) Può succedere, nelle notti calde d'estate, soprattutto se si verificano fenomeni di inversione termica, che le molecole nebulizzate restino in sospensione atmosferica, penetrando negli alveari e producendo massive mortalità. La circostanza, tuttavia, è da considerarsi accidentale.

due stereoisomeri, l'alfa e il beta-endosulfan, separabili per via gascromatografica. I due stereoisomeri sono presenti, complessivamente, in quantità del 90% della miscela, mentre il restante 10% è costituito da endosulfan alcool, o diolo, ed endosulfan etere. Il più importante prodotto di trasformazione dell'endosulfan, che si forma sulla pianta con meccanismo imperfettamente conosciuto, ma che consisterebbe, fondamentalmente, in un processo di ossidazione (Cassil e Drummond, 1965) è l'endosulfan solfato. Si era anche osservato in passato (dati non pubblicati) un aumento progressivamente crescente col tempo — a partire dai due stereoisomeri? — dell'endosulfan alcool nel nettare di melo. Endosulfan, endosulfan solfato ed endosulfan alcool costituiscono, quindi, tre possibili fattori inquinanti, nocivi all'ape, ragione per cui ci è parso utile confrontare, separatamente, la loro tossicità per realizzare un'informazione più completa sul modello di interazione trattamento/bottinatrici.

ESPERIENZE DI LABORATORIO. TOSSICITÀ.

a) Effetto per contatto dilazionato

Le condizioni di campo simulate in questa esperienza erano:

- 1) intervento effettuato alla cessazione del volo delle bottinatrici, e cioè al crepuscolo;
- 2) dose corrispondente a gr 125 p.c. al 35% di prodotto tecnico;
- 3) trasformazione totale, durante la notte, dell'endosulfan in endosulfan solfato, in un caso, e in endosulfan alcool, in un secondo caso.

TABELLA 1 - Mortalità delle api per contatto dilazionato.

Rilievi di mortalità	Endosulfan	Endosulfan solfato	Endosulfan alcool	Testimone	
4 maggio ore 9	0 1 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 1	
5 maggio ore 9	1 0 0 1	1 2 0 0	0 0 1 0	0 0 0	
6 maggio ore 9	1 2 0 2	0 1 2 0	3 0 2 1	0 1 1	
8 maggio ore 9	6 4 5 3	5 7 5 4	7 8 5 3	5 3 6	
Totale per ripetizioni	8 7 6 6	6 10 7 4	10 8 8 4	5 4 8	
Totale per tesi		27	27	30	17
Medie		6,750	6,750	7,500	5,667
F tabulare (5%): 3,59 (1%): 6,22		F calcolato (5%) 0,546 N.S.N.S. (1%) 0,430 N.S.N.S.			

L'esperienza è stata condotta nel seguente modo: a cominciare dalle ore sei del pomeriggio del 3 maggio sono state irrorate dodici capsule Petri ricoperte sul fondo di foglie asciutte con una soluzione ( $\text{mg } 2,16/\text{m}^2$  0,015) di endosulfan tecnico, endosulfan solfato, endosulfan alcool, quattro ripetizioni per ogni tesi. Le foglie dentro le capsule, senza coperchio, sono state fatte asciugare in laboratorio nel corso della notte. Alle ore nove del mattino 30 api narcotizzate sono state introdotte in ogni capsula e lasciate in contatto con il supporto vegetale trattato per novanta minuti; trascorso tale periodo le api sono state trasferite in arnie sperimentali e alimentate con una soluzione di miele al 40%.

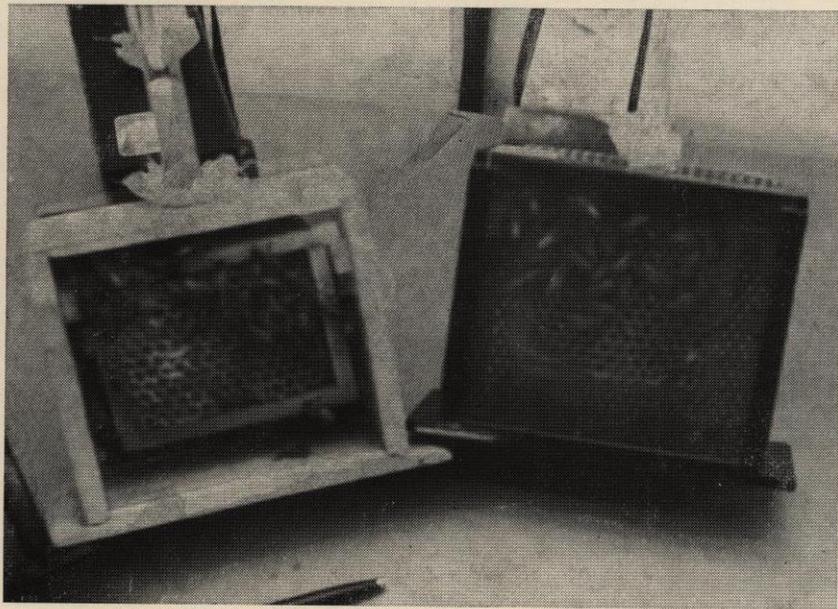


FIG. I.

Arnie sperimentali per le esperienze di ingestione.

Dopo cinque giorni di claustrazione l'aumento di mortalità naturale del testimone (le api erano state « trattate » con acqua) non ha più permesso una discriminazione attendibile dei risultati e ha determinato la cessazione dell'esperienza (Tab. 1).

Come già osservato in precedenza (Celli e Giunchi, 1969) la tossicità per contatto dell'endosulfan, nei riguardi dell'ape, sembra subire una discreta flessione di attività nel tempo, per cui le massime tossicità constatate dagli autori per irrorazione diretta diminuiscono, fino quasi a sparire, nel corso di una notte.

*b) Effetto per ingestione continuata*

Sono state effettuate due esperienze, in parallelo con due trattamenti su medica in fiore in pieno campo, di cui riferiremo più avanti. Nel

primo trattamento erano state impiegate dosi di endosulfan tecnico di 170 gr/hl, al 35%, pari al 28,20% di p.a./hl; nel secondo trattamento la dose, eccessiva, di endosulfan è stata ridotta a 100 gr/hl. Nelle esperienze per ingestione continuata ci siamo relazionati a queste percentuali somministrando alle api in claustrazione e in arnie sperimentali una soluzione zuccherina (fig. I) al 40% addizionata, rispettivamente, con gr. 0,4794 di p.a./litro, esperienza A<sub>1</sub>, e con gr. 0,282 di p.a./litro, esperienza A<sub>2</sub>. In ambedue le prove abbiamo supposto che tutto l'endosulfan si trasformasse in endosulfan solfato e in endosulfan alcool, per cui le dosi dei due composti aggiunte alla soluzione zuccherina erano le stesse dell'insetticida. Le ripetizioni sono state cinque; ogni tesi era costituita da 50 api; il testimone veniva alimentato con la soluzione zuccherina suddetta, ma non « inquinata ».

A<sub>1</sub>) Prima esperienza di laboratorio (gr 0,4794/litro di endosulfan, endosulfan alcool, endosulfan solfato).

TABELLA 2 - Esperienza per ingestione continuata. Endosulfan.

Data	Arnie	Mortalità rilevata progressivamente					Totale	
		1	2	3	4	5		
14 ottobre ore 20			Inizio della somministrazione					
15 ottobre ore 8	4	6	2	2	0	14		
15 ottobre ore 20	34	28	23	29	19	133		
16 ottobre ore 8	39	45	34	46	41	205		
17 ottobre ore 8	46	48	34	50	44	222		
18 ottobre ore 8	49	50	35	50	47	231		

TABELLA 3 - Esperienza per ingestione continuata. Endosulfan solfato.

Data	Arnie	Mortalità rilevata progressivamente					Totale	
		1	2	3	4	5		
14 ottobre ore 20			Inizio della somministrazione					
15 ottobre ore 8	2	1	1	2	1	7		
15 ottobre ore 20	9	11	6	4	3	33		
16 ottobre ore 8	17	23	9	6	9	64		
17 ottobre ore 8	44	45	31	12	26	158		
18 ottobre ore 8	44	46	36	23	29	178		

TABELLA 4 - Esperienza per ingestione continuata. Endosulfan alcool.

Data	Arnette	Mortalità rilevata progressivamente					Totale	
		1	2	3	4	5		
14 ottobre ore 20			Inizio della somministrazione					
15 ottobre ore 8	0	1	1	1	0	3		
15 ottobre ore 20	0	2	1	1	1	5		
16 ottobre ore 8	4	8	6	4	3	25		
17 ottobre ore 8	5	10	21	9	6	51		
18 ottobre ore 8	7	17	27	14	8	73		

TABELLA 5 - Esperienza per ingestione continuata. Testimone.

Data	Arnette	Mortalità rilevata progressivamente					Totale	
		1	2	3	4	5		
14 ottobre ore 20			Inizio della somministrazione					
15 ottobre ore 8	0	1	0	0	2	3		
15 ottobre ore 20	2	3	1	0	2	8		
16 ottobre ore 8	7	11	5	6	4	33		
17 ottobre ore 8	12	18	15	9	10	64		
18 ottobre ore 8	15	27	24	16	14	96		

#### TEST DI DUNCAN

Confronto tra le medie di mortalità. Le medie unite dal tratto non presentano differenze significative (4).

15 ottobre ore 8	0,60	15 ottobre ore 20	1,60
	0,60		1,00
	1,40		6,60
	2,80		26,60
16 ottobre ore 8	6,60	17 ottobre ore 8	12,80
	5,00		10,20
	12,00		31,60
	41,00		44,40
		18 ottobre ore 8	19,20
			14,60
			35,60
			46,20

(4) I dati sono elencati nel seguente ordine: testimone, endosulfan alcool, endosulfan solfato, endosulfan.

A<sub>2</sub>) Seconda esperienza di laboratorio (gr 0,282/litro di endosulfan, endosulfan alcool, endosulfan solfato).

TABELLA 6 - Esperienza per ingestione continuata. Endosulfan.

Data	Arnette	Mortalità rilevata progressivamente					Totale	
		1	2	3	4	5		
26 settembre ore 20			Inizio della somministrazione					
27 settembre ore 8		15	12	11	7	8	53	
27 settembre ore 20		22	19	15	13	16	85	
28 settembre ore 8		45	44	46	39	34	208	
28 settembre ore 20		49	48	49	47	45	238	
29 settembre ore 8		50	49	50	49	47	245	
30 settembre ore 8		50	49	50	49	50	248	
1 ottobre ore 8		50	49	50	50	50	249	
3 ottobre ore 8		50	50	50	50	50	250	

TABELLA 7 - Esperienza per ingestione continuata. Endosulfan solfato.

Data	Arnette	Mortalità rilevata progressivamente					Totale	
		1	2	3	4	5		
26 settembre ore 20			Inizio della somministrazione					
27 settembre ore 8		0	1	2	0	1	4	
27 settembre ore 20		0	1	2	1	3	7	
28 settembre ore 8		2	2	3	2	3	12	
28 settembre ore 20		7	8	5	9	8	37	
29 settembre ore 8		13	18	10	16	18	75	
30 settembre ore 8		34	35	22	37	28	156	
1 ottobre ore 8		36	39	24	40	32	171	
3 ottobre ore 8		41	40	24	41	36	182	

TABELLA 8 - Esperienza per ingestione continuata. Endosulfan alcool.

Data	Arnette	Mortalità rilevata progressivamente					Totale	
		1	2	3	4	5		
26 settembre ore 20			Inizio della somministrazione					
27 settembre ore 8		0	0	0	0	0	0	
27 settembre ore 20		0	0	4	0	0	4	
28 settembre ore 8		2	0	5	0	4	11	
28 settembre ore 20		4	2	5	1	4	16	
29 settembre ore 8		4	2	5	2	5	18	
30 settembre ore 8		5	3	7	4	6	25	
1 ottobre ore 8		6	4	7	4	6	27	
3 ottobre ore 8		6	5	7	4	7	29	

TABELLA 9 - Esperienza per ingestione continuata. Testimone.

Data	Arnie	Mortalità rilevata progressivamente					Totale
		1	2	3	4	5	
26 settembre ore 20		Inizio della somministrazione					
27 settembre ore 8	0	0	0	0	0	0	0
27 settembre ore 20	3	0	0	0	0	1	4
28 settembre ore 8	3	2	6	0	1	1	12
28 settembre ore 20	3	4	6	0	1	1	14
29 settembre ore 8	3	4	6	0	1	1	14
30 settembre ore 8	3	7	6	3	3	3	22
1 ottobre ore 8	3	18	6	4	3	3	34
3 ottobre ore 8	6	21	10	4	3	3	44

TEST DI DUNCAN

Confronto tra le medie di mortalità. Le medie unite dal tratto non presentano differenze significative (5).

27 settembre ore 8	0,00	27 settembre ore 20	0,80
	0,00		0,80
	0,80		1,40
	10,60		17,00
28 settembre ore 8	2,40	28 settembre ore 20	2,80
	2,20		3,20
	2,40		7,40
	41,60		47,60
29 settembre ore 8	2,80	30 settembre ore 8	4,40
	3,60		5,00
	15,00		31,20
	49,00		49,60
1 ottobre ore 8	6,80	3 ottobre ore 8	8,80
	5,40		5,80
	34,20		36,40
	49,80		50,00

(5) I dati sono elencati nel seguente ordine: testimone, endosulfan alcool, endosulfan solfato, endosulfan.

I risultati, nella generalità, confermano l'elevata tossicità dell'endosulfan per ingestione in api in claustrazione. Questa tossicità si manifesta già in modo significativo, rispetto alle altre due tesi e al testimone,

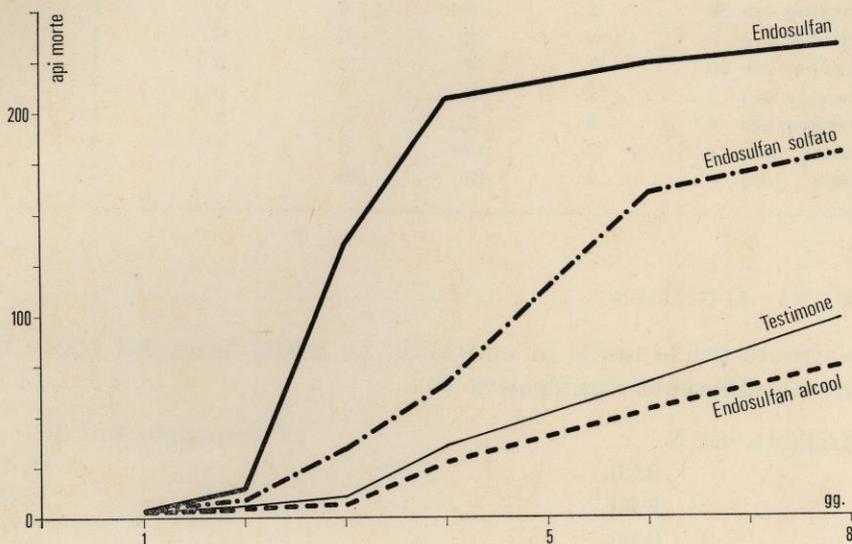


FIG. II  
Mortalità delle api nella esperienza  $A_1$ ; ingestione continuata.

12 ore dopo l'inizio della somministrazione. Per l'endosulfan solfato, a sua volta tossico, l'azione risulta più lenta e le percentuali di mortalità si fanno imponenti dopo assunzioni di 24 ore circa nell'esperienza  $A_1$ , e di 36 ore circa nell'esperienza  $A_2$ . L'endosulfan alcool, dal canto suo, non ha rivelato effetti nocivi negli animali sperimentali (fig. II, III).

Differenti quantità di soluzione sono state assorbite dalle api nelle varie tesi.

Se consideriamo « normale » l'assunzione da parte delle api del gruppo testimone, l'endosulfan alcool non ha manifestato alcuna influenza nei riguardi dell'appetibilità della soluzione zuccherina. Inferiore è, invece, stata l'ingestione di alimento nelle api dei gruppi endosulfan solfato, mentre per la prova endosulfan è stato addirittura sufficiente meno della metà del consumo del testimone per provocare una mortalità molto elevata. Infatti, nell'esperienza  $A_1$ , se già dopo 12 ore le api del testimone avevano completamente consumato gli 8 ml. del nutritore, le api della prova endosulfan ne avevano appena consumati 3. Da notare, a questo punto, che la mortalità non aveva ancora pesante-

mente discriminato i due gruppi, come si è invece notato immediatamente dopo.

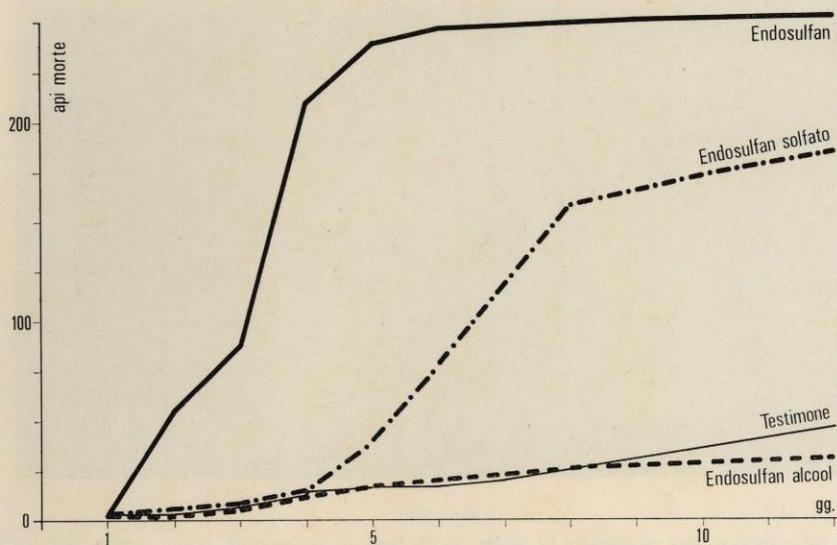


FIG. III.  
Mortalità delle api nella esperienza A<sub>2</sub>; ingestione continuata.

#### ESPERIENZE DI CAMPO (1976/1977). PERICOLOSITÀ.

1976.

Per l'esperienza è stato scelto un medicaio di 3 ha situato in un'azienda di Castiglione di Cervia. Ai primi di luglio, quando già la medica presentava una fioritura del 30-40%, abbiamo sistemato ai margini dell'appezzamento, in posizione leggermente sopraelevata, 6 alveari in ottime condizioni. Ogni alveare era dotato di trappole di Gary per la raccolta degli insetti morti e il conteggio della mortalità (fig. IV). Tre giorni dopo la sistemazione degli alveari il bottinamento sui fiori di medica si era progressivamente normalizzato e si svolgeva regolarmente. Alle ore 1,30 del 5 luglio, quando non erano più visibili api in volo, sono stati irrorati 15 q.li di acqua addizionati con Kg 2.5 di endosulfan tecnico al 35%.

Nei cinque giorni successivi abbiamo effettuato il conteggio delle api morte reperite nelle trappole di Gary (Tab. 10). Purtroppo l'esperienza è risultata notevolmente perturbata da un acquazzone caduto il 7 luglio.



FIG. IV.

Alveari ai margini del medicaio in fiore. Si notino le gabbie di Gary poste sull'entrata.

TABELLA 10 - Esperienza di campo. 1976. Api morte dentro le trappole.

Data	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7
Alveari									
1	57	45	93	86	222	0	75	84	42
2	56	40	19	59	480	0	64	24	48
3	80	62	63	64	245	0	52	57	39
4	48	30	47	52	260	0	31	27	35
5	44	40	54	37	191	0	57	58	33
6	50	44	31	54	321	0	63	46	54
Totale	335	261	307	352	1719	0	342	296	251

1977.

Le esperienze in pieno campo sono state riprese nel 1977, nella stessa azienda di Castiglione di Cervia, pur se in un appezzamento diverso.

Con le stesse modalità dell'anno precedente sono stati portati sull'appezzamento, un medicaio di tre anni della superficie di circa 2 ha, i sei alveari necessari per la prova.

Il trattamento con l'endosulfan è stato eseguito il giorno 5 luglio, alle ore 20,30, tre giorni dopo che gli alveari erano stati portati sull'appezzamento.

Sono stati usati per il trattamento circa 10 q.li di acqua, ai quali erano stati addizionati 100 gr/hl di endosulfan al 35%.

Nei giorni seguenti abbiamo ogni sera verificato la mortalità, contando le api morte presenti nelle trappole di Gary.

TABELLA 11 - Esperienza di campo. 1977. Api morte dentro le trappole.

Data	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7	11/7
Alveari									
1	66	28	29	37	61	71	29	16	14
2	31	20	11	19	30	42	32	20	22
3	39	15	19	25	22	37	26	25	21
4	46	27	15	21	33	24	25	19	25
5	21	14	12	14	21	28	11	11	7
6	57	33	28	29	21	43	33	16	18
Totale	260	137	114	145	188	245	156	107	107

Le condizioni atmosferiche non hanno perturbato in alcun modo l'esperienza e, se si eccettua il giorno immediatamente successivo al trattamento, in cui il cielo è rimasto costantemente coperto, in tutti gli altri giorni le condizioni erano ottime ed il volo delle bottinatrici è stato ampiamente soddisfacente.

Dall'esame delle due tabelle 10 e 11 e dei due grafici relativi (fig. V,

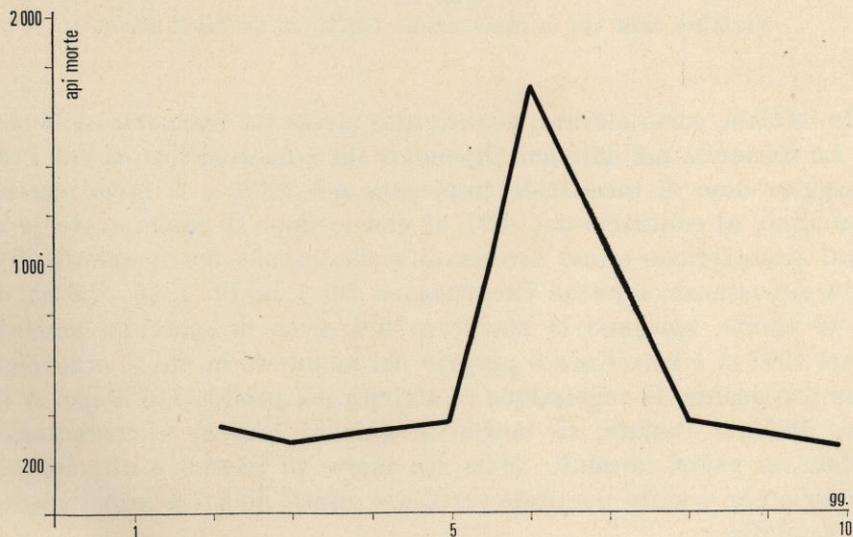


FIG. V.

Mortalità delle api in pieno campo (1976). In ascisse i giorni.

VI) si può constatare come il trattamento abbia provocato un evidente incremento di mortalità nei sei alveari sottoposti all'esperienza. Ma i dati di mortalità del 1976 e del 1977 differiscono notevolmente. Nel 1976 si è avuto una brusca impennata di mortalità immediatamente dopo il trattamento, con una media di 200-400 api morte al giorno per alveare, mentre nel 1977 il picco di mortalità è stato più tardivo e non ha superato

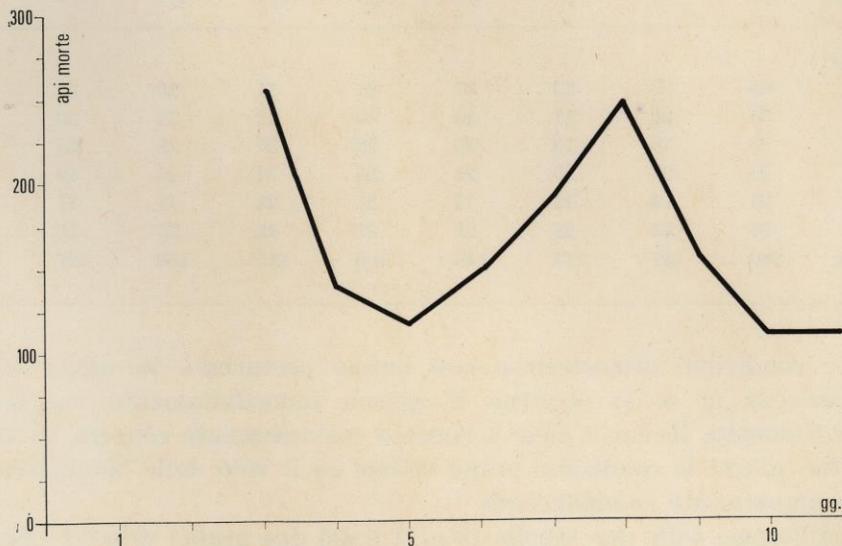


FIG. VI.

Mortalità delle api in pieno campo (1977). In ascisse i giorni.

quello iniziale, certo elevato, dovuto allo stress da trasporto delle famiglie. La disparità nei dati può dipendere da numerosi fattori tra i quali la maggior dose di insetticida impiegata nel 1976, e il fatto che nello stesso anno, al contrario del 1977, il giorno dopo il trattamento le condizioni atmosferiche erano favorevoli a un intenso bottinamento. Forse questa circostanza, e anche l'acquazzone del 7 luglio 1976, che ha dilavato le piante, spiegano la sfasatura nel picco di massima mortalità, che nel 1977 si è manifestato proprio nel momento in cui si è verificata, l'anno precedente, la regressione di attività del prodotto sull'ape. A ogni modo, durante l'estate, la mortalità nei sei alveari è costantemente oscillata su valori normali, 10-20 api morte al giorno e alla ispezione autunnale non è stato possibile verificare effetti nocivi a lunga scadenza sulle famiglie.

INDAGINI DI CAMPO COLLATERALI.

Abbiamo già detto che la morfologia florale può permettere un diverso grado di inquinamento del nettare. Infatti, come si può vedere, il fiore della medica (fig. VIII) presenta nettarii particolarmente

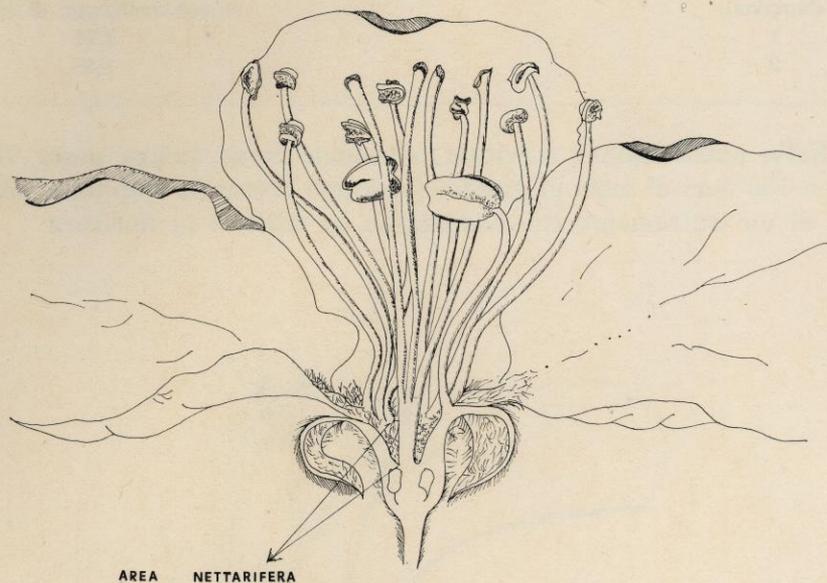


FIG. VII.

Morfologia florale nel melo. (Ridisegnato da McGregor, 1976).

« profondi » e « protetti » a differenza di altri fiori, come quello di melo (fig. VII). In una indagine precedente (Celli, Giordani e Poggiali, 1975) avevamo potuto constatare come un intervento sul melo a fiori aperti con endosulfan provochi inquinamenti del nettare, rilevati al gascromatografo, molto variabili, ma talora dell'ordine, davvero macroscopico, di quasi venti microgrammi (per Anderson e Atkins, 1968, la DL50 dell'endosulfan oscilla tra i 2 e i 10,99 microgrammi/ape). L'analisi gascromatografica del nettare prelevato con micropipette da fiori di medica 12 ore dopo il trattamento con endosulfan (1976) ci ha permesso di evidenziare livelli di contaminazione molto più bassi, dell'ordine di frazioni di nanogrammo (Tab. 12).

TABELLA 12 - Inquinamento del nettare di medica da endosulfan

Campioni	nanogrammi/fiore
1	0,407
2	0,306
3	0,666

Anche il polline prelevato da cestelle di api bottinanti 12 ore dopo l'intervento insetticida è stato preso in esame, ed è risultato a sua volta inquinato (Tab. 13).

TABELLA 13 - Inquinamento di polline di medica da endosulfan.

Campioni	nanogrammi/mgr di polline
1	1,74
2	1,48

Nella pubblicazione succitata, rilevando come un'ape possa visitare fino a 700 fiori di melo al giorno, facevamo notare la implicita pericolosità di un trattamento con endosulfan su frutteti in fioritura.

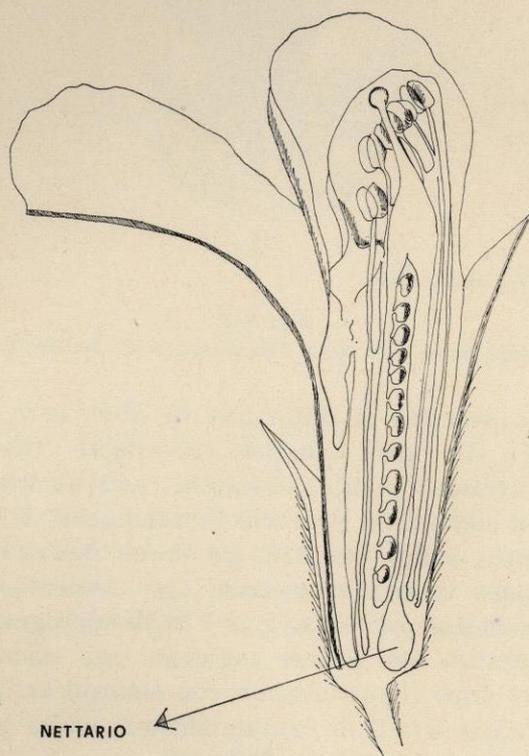


FIG. VIII.

Morfologia florale della medica. (Ridisegnato da Mc Gregor, 1976).

Nella medica, i dati in letteratura (Reinhardt, 1952; Lecomte, 1959, ecc.) riportano, per la raccolta del nettare, un numero medio di 10-15 visite al minuto. Per il polline, invece, i dati disponibili (Vansell e Todd, 1946) indicherebbero 6-7 visite al minuto e 350 fiori costituirebbero la

sorgente di un carico completo. Approssimando questi dati, che per altro sono già assai variabili, e dando per buona una durata di bottinamento di 10 ore, di cui 8 di lavoro utile sul fiore, possiamo supporre che il numero totale di fiori visitati in un giorno da una bottinatrice di nettare si aggiri sui 4800 (10 fiori al minuto per 8 ore). Ragione per cui il pericolo reale che un'ape assuma una dose letale di insetticida, considerando le risultanze gascromatografiche, non è generalizzato, e potrà coinvolgere solo le bottinatrici che entrino in contatto con i fiori più riccamente inquinati. Il fatto trova conferma nella mortalità in fondo contenuta che si è verificata in campo. Per quel che riguarda il polline, supponendo, per eccesso — dato che è ben nota la scarsa attrattività del polline di medica per l'ape — che una bottinatrice effettui 8 carichi al giorno, e avendo noi ottenuto una media di 10 mg per cestella, il quantitativo di endosulfan trasportato giornalmente da un'ape nell'alveare si aggirerebbe sui 0,13 microgrammi.

#### CONCLUSIONI

La tossicità di laboratorio dell'endosulfan sull'ape, particolarmente acuta per ingestione, si traduce in una pericolosità in pieno campo notevolmente attenuata, ma non in modo tale da consentirci di giudicare il composto come selettivo per il pronubo. La medica, per la sua morfologia florale, sembra essere meno esposta di altre piante a massive contaminazioni da parte della molecola tossica, ma il fatto che l'endosulfan sia stato reperito, anche se in piccole quantità, nel nettare e sia presente nel polline 12 ore dopo il trattamento, deve suggerirci prudenza nell'impiego del prodotto e proscriverne, in modo assoluto, l'uso sulla pianta in fiore. D'altra parte, durante le estese indagini condotte nel biennio 1976/77 nei medicaî del Ravennate, non abbiamo mai rilevato la presenza di fitofagi in densità tali da rendere necessari, pena danno economico, trattamenti chimici in piena fioritura. I vantaggi derivanti dalla visita delle api ai medicaî sono troppo importanti ai fini della produzione per metterli in forse con interventi fitoiatrici di dubbia necessità, economicamente ed ecologicamente dannosi.

#### RIASSUNTO

L'endosulfan è un clororganico un tempo considerato come selettivo per l'Ape. Ricerche successive, rispetto ai primi dati che deponavano in tal senso, hanno, invece, dimostrato la sua tossicità in laboratorio e la sua pericolosità in pieno campo. Il problema affrontato in questa esperienza era la valutazione delle ripercussioni sulle api di un trattamento con endosulfan effettuato su medica in fiore, circostanza che si verifica di frequente nel Ravennate. Alcune esperienze preliminari di laboratorio, eseguite con endosulfan, con un altro componente della miscela insetticida, l'endosulfan alcool, e con

un prodotto di trasformazione, l'endosulfan solfato, hanno riconfermato l'acuta tossicità per ingestione dell'insetticida, e dell'endosulfan solfato, mentre l'endosulfan alcool è risultato innocuo. Si è riverificata in laboratorio la flessione dell'attività contatticida dell'endosulfan (e del suo prodotto di trasformazione) col passare del tempo, fatto che suffraga la nozione fondamentale che i trattamenti vadano sempre eseguiti in assenza del volo delle bottinatrici, risultando particolarmente esiziale il contatto diretto tra la molecola e il pronubo. Esperienze di pieno campo hanno permesso di constatare una certa mortalità nelle bottinatrici che frequentano i fiori di medica di un campo trattato con endosulfan la sera precedente e l'inquinamento del nettare e del polline, messo in luce al gascromatografo, costituisce motivo di preoccupazione. Si ritiene, quindi, sconsigliabile l'uso di questo composto su medica in fiore, anche nella considerazione del fatto che le infestazioni di fitofagi che lo richiedono sembrano essere sporadiche, quando non fantomatiche.

### Endosulfan and Honey Bees. Effects of insecticide applications on *Apis mellifera* L. foraging in seed alfalfa fields in bloom.

#### SUMMARY

Endosulfan is a chlorinated hydrocarbon insecticide once regarded as «selective» for the honeybees. Further research has however pointed out its toxicity in the laboratory and its hazardousness in the field.

The present experiment was intended to evaluate how much the bees are affected by endosulfan treatments to blooming seed alfalfa fields, treatments frequently occurring in seed growing districts around Ravenna.

Preliminary laboratory tests on caged bees have confirmed that both the technical product and its oxidized metabolite endosulfan sulphate are highly toxic oral poisons while another component of the insecticide mixture, the endosulfan diol, turned out to be harmless. Laboratory checks have also shown that the contact action of endosulfan and endosulfan sulphate weakens as the time goes by. This fact supports the basic idea that the treatments must always be applied when the bees are not foraging, the direct contact between the insect and the toxic molecule resulting fatal.

The field tests showed a certain mortality among the foraging bees visiting alfalfa crop in bloom submitted to a evening application with endosulfan the day before. The contamination of nectar and pollen, as demonstrated by the gas chromatographic analysis, is a source of concern. Therefore we advise against using the compound on flowering alfalfa, so more as the pest infestation requiring the treatment seems to be somewhat erratic if not fanciful.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- ALEXANDRESCO S., SHERBAN M., 1967. - Toxicité de certains insecticides pour les abeilles, déterminée au laboratoire et sur le terrain. *Atti Congr. Univ. Maryland*, 14-15 agosto: 223-227.
- ANDERSON L. D., ATKINS E. L., 1968. - Pesticides in relation to beekeeping. - *Ann. Rev. Ent.*, 13: 213-238.
- ARZONE A., VIDANO C., 1972. - Prove comparate di avvelenamento di *Apis mellifera* L. in laboratorio con un arseniato e insetticidi cosiddetti non dannosi alle api. - *Apimondia, Simp. Intern. di Apicoltura*. Torino, 2/6 ottobre 1972: 160-166.

- , 1975. - Contributo all'accertamento della qualifica di innocuità di anti-parassitari verso l'ape. - *Atti Giorn. Fitopat.* Torino, 121-124.
- BERAN F., 1958. - Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Bienenschutz. - *Anz. Schädlingsk.*, 31: 97-101.
- , 1962. - Zur Frage der Bienengefährlichkeit von Thiodan. - *Anz. Schädlingsk.*, 35: 38-40.
- CASSIL C. C., DRUMMOND P. E., 1965. - A plant surface oxidation product of endosulfan. - *J. Ec. Ent.*, 58: 356-357.
- CELLI G., GIUNCHI P., 1969. - Ricerche sulla selettività dei trattamenti insetticidi effettuati su colture in fiore, con particolare riferimento all'*Apis mellifera L.* - *Atti Giorn. Fitopat. Cagliari*: 285-298.
- CELLI G., GIORDANI G., POGGIALI F., 1975. - Inquinamento del nettare dei fiori del melo da Endosulfan in rapporto a ripercussioni nocive sulle api bottinanti. - *Atti Giorn. Fitopat. Torino*: 117-120.
- GARY, N. E., 1967. - A method for evaluating honey bee flight activity at the hive entrance. - *Jour. Ec. Ent.*, 60: 102-105.
- JOHANSEN, C. A., 1977. - Pesticides and pollinators. - *Ann. Rev. Ent.*, 22: 177-192.
- LAVIE, citato in STUTE, 1961.
- LECOMTE, J., 1959. - Premières observations sur le comportement des insectes pollinisateurs de la luzerne. - *Ann. Abeille*, 2: 277-284.
- PALMER-JONES, T., 1958. - Laboratory methods for measuring the toxicity of pesticides to honey bees. - *N. Z. J. Agric. Res.*, 1: 290-300.
- , 1959. - Effect on honey bees of Thiodan applied to broad beans in a cage. - *N.Z. J. Agric. Res.*, 2: 229-233.
- PALMER-JONES, T., FORSTER, I. W., 1963. - Effect on honey bees of Dipterex, Thiodan and Phosdrin applied as sprays to white clover. - *N. Z. J. Agric. Res.*, 6: 303-306.
- PALMER-JONES, T., FORSTER, I. W., JEFFREY, G. L., 1959. - Effect on honey bees of DDT and Thiodan applied from the air as sprays to chaumoellier. - *N. J. Agric. Res.*, 2: 481-7.
- REINHARDT J. F., 1952. - Some responses of honey bees to alfalfa flowers. - *Ann. Nat.*, 86: 257-275.
- STUTE, K., 1961. - Ergebnisse mehrjähriger Prüfungen und Beobachtungen des Insektizides Thiodan auf sein Verhalten gegenüber Bienen. - *Anz. Schädlingsk.*, 34: 161-163.
- VANSELL G. H., TODD P. E., 1946. - Alfalfa tripping by insects. - *J. Amer. Soc. Agr.*, 38: 470-488.